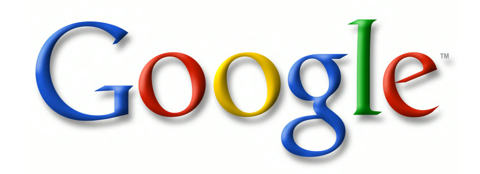
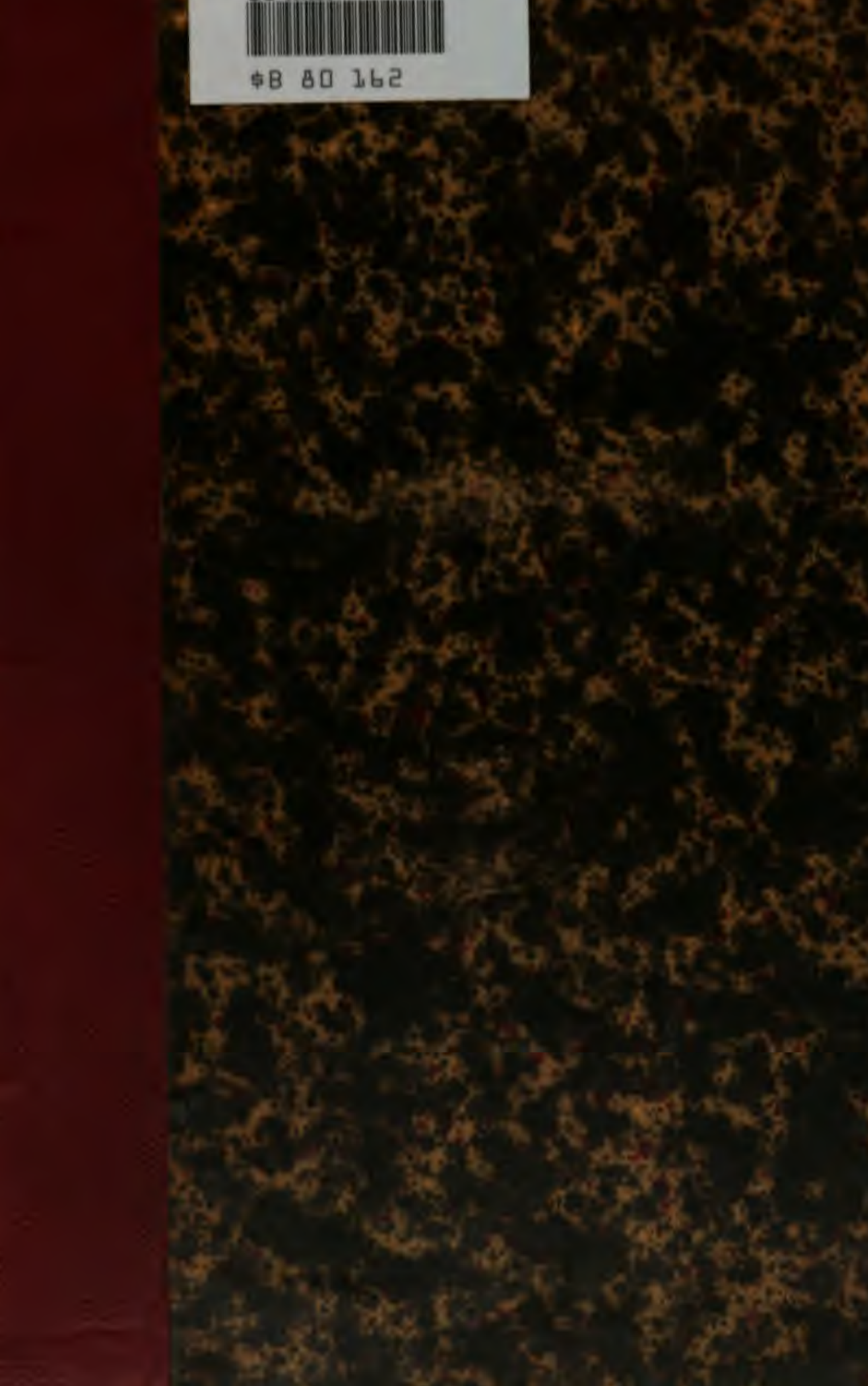
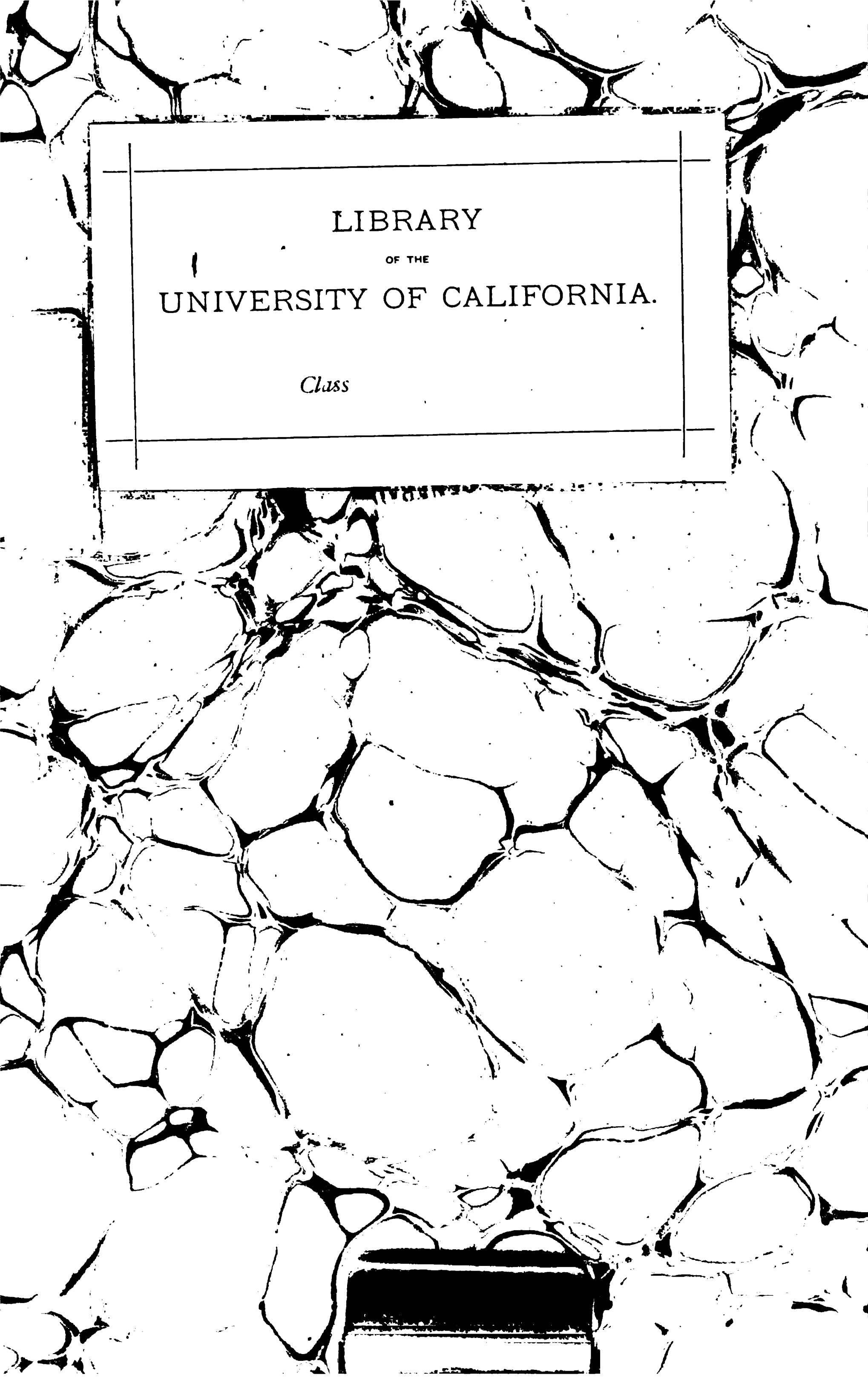
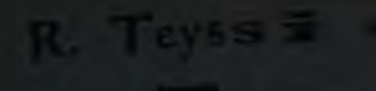






LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
Class





R. Teyss

Manuel-Guide

de la

Fabrication du Suc

L'USAGE DES FABRICANTS DE SUCRE
DIRECTEURS ET CHIMISTES DE SUCRERIE, ETC.
ET ÉLÈVES
ET SURVEILLANTS DE CETTE INDUSTRIE



E. Naud, Éditeur
3, rue Racine, Paris





Manuel-Guide

de la

Fabrication du Sucre

R. Teyssier
Licencié ès sciences, Ingénieur chimiste,
Ancien chef du laboratoire de la sucrerie de Méru,
Lauréat de l'Association des Chimistes de sucrerie et de distillerie
de France et des Colonies.

Manuel-Guide de la Fabrication du Sucre

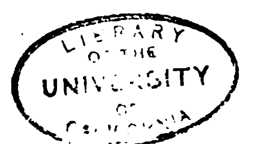
A L'USAGE DES FABRICANTS DE SUCRE
DIRECTEURS ET CHIMISTES DE SUCRERIE, ETC.
ET PLUS SPÉCIALEMENT DES CONTREMAITRES
ET SURVEILLANTS DE CETTE INDUSTRIE



PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,
Quai des Grands-Augustins, 55

3, rue Racine, Paris.

1904





INTRODUCTION

I. — ROLE DU CONTREMAITRE ET DU SURVEILLANT.

Cet ouvrage est destiné aux contremaîtres et aux surveillants des fabriques de sucre, et il s'adresse à eux d'une *façon toute spéciale*.

Avant d'aborder dans leurs détails les diverses questions dont l'ensemble constitue l'industrie sucrière, nous examinerons quel est le rôle du contremaître et du surveillant dans cette industrie, ce que doit être ce rôle, et quelle est son importance.

1. — Role du contremaitre.

Le contremaître a une tâche particulièrement difficile. Il doit posséder à la fois des qualités physiques, des qualités intellectuelles et morales, en même temps qu'une connaissance approfondie des divers appareils composant l'usine.

I. ***Qualités physiques.*** — *a*) Age. — Le contremaître devant déployer une grande activité dans l'usine doit être plutôt jeune. Trop jeune il ne présente pas suffisamment de garanties au point de vue des connaissances pratiques ; trop

vieux il ne présente plus une résistance physique assez grande.

b) Santé. — Le contremaître doit être doué d'une bonne santé, d'un naturel calme et froid. Il ne doit pas être neurasthénique, c'est-à-dire d'un tempérament nerveux, les qualités dominantes de celui-ci étant l'activité et le sang-froid.

II. ***Qualités intellectuelles. Connaissances techniques.*** — Le contremaître doit être intelligent et connaître, surtout pratiquement, les divers appareils dont l'ensemble constitue la sucrerie.

Il doit pouvoir lui-même se rendre compte par des moyens simples, à sa portée, de la qualité du travail effectué et de la marche de la fabrication.

Bien des usines ne possèdent en effet qu'un seul chimiste durant la fabrication, quelques-unes même ne possèdent qu'un pseudo-chimiste qui a vu faire pendant quelque temps des alcalinités et appris à lire, tant bien que mal, au polarimètre et auquel on n'hésite pas à confier le contrôle chimique de toute une usine !

Le contremaître en pareil cas ne peut évidemment pas s'en remettre d'une façon absolue aux résultats ainsi trouvés, il faut qu'il puisse les contrôler d'une façon simple. Il pourra ainsi en conclure que tel défaut ou telle lacune existe dans le travail.

On peut donc dire qu'un contremaître idéal serait excellent mécanicien et un peu chimiste, tout à la fois.

III. ***Qualités morales. — Rôle du contremaître dans l'usine et avec les ouvriers.*** — Le contremaître doit être sobre, d'un caractère froid vis-à-vis de ses ouvriers, sans brutalité ni familiarité, vif et prompt dans ses décisions, énergique, et très juste.

Un contremaître doit toujours être maître de lui.

On voit quelquefois des contremaîtres en venir aux mains

avec des ouvriers, pour les congédier, à la suite d'une observation. Inutile d'aller si loin, c'est un spectacle fort triste qui s'offre au personnel de l'usine, et qui enlève toujours du prestige et de l'autorité au contremaître et au surveillant.

Après une première observation faite froidement, sans emportement, s'il n'en est pas tenu compte, on la renouvelle une deuxième fois avec plus d'autorité ; si l'ouvrier n'en tient pas encore compte, on le prévient une dernière fois, après s'être assuré cependant que ce retard dans l'exécution de l'ordre donné ne provient pas d'un défaut de compréhension ou d'un manque d'intelligence.

Enfin si après plusieurs observations ainsi faites le contremaître ne remarque pas d'amélioration dans le travail de l'ouvrier, soit par mauvaise volonté, soit par inintelligence, il le congédiera froidement ou bien le fera changer de poste, et cela sans brutalité ni violence.

Il est fort rare qu'un ouvrier ainsi remercié se livre à des menaces ou injurie le contremaître, qui doit toujours éviter toute discussion en présence du personnel.

Il ne faut pas oublier que bien souvent si les ouvriers n'exécutent pas convenablement les travaux dont ils sont chargés, cela provient non de leur mauvaise volonté, mais seulement de ce qu'ils n'ont pas compris.

Le contremaître doit donc, surtout dans une usine nouvelle, dont le personnel n'est pas encore initié, s'armer de patience et ne pas craindre de dire et *de répéter* les observations et les recommandations qu'il doit faire à ses ouvriers.

Ces qualités morales pour un contremaître ont une importance beaucoup plus grande qu'on ne le croit en général. Il n'est pas rare de rencontrer des contremaîtres connaissant parfaitement la fabrication, auxquels manquent précisément cette autorité sur le personnel, cet esprit de décision, l'énergie et l'initiative.

Une avarie ou un accident surviennent-ils dans la marche

de l'usine, le contremaître ne doit jamais hésiter sur les moyens à prendre.

Je suis le premier à reconnaître qu'une des premières conditions pour toute fabrique de sucre est de travailler vite, et l'on peut vraiment dire, surtout pour cette industrie, le temps c'est de l'argent. Mais, quoi qu'il en soit, toutes les fois que quelque chose surviendra dans l'usine, ne *jamais tâtonner* et prendre toujours les grands moyens, les meilleurs.

Dans une usine, la tuyauterie partant du bac d'attente des jus chaulés, avant première carbonisation, lequel bac se trouvait en charge sur les chaudières comme d'habitude, fut obstruée par des graviers et cailloux fins. Le jus n'arrivait plus aux chaudières.

Le contremaître envoya chercher des hommes avec des fils de fer et l'on se mit à ringarder pour essayer de déboucher la tuyauterie. Mais celle-ci présentait un coude auquel il était impossible d'arriver. N'obtenant par ces moyens aucun résultat on se résigna à démonter le joint du coude. Une demi-heure après toute la tuyauterie se trouvait dégagée et cependant on avait perdu en totalité 4 heures, dont 3 inutilement.

N'insistons pas davantage dans ce préambule sur ces diverses questions dont tous les fabricants de sucre ont pu apprécier la très grande importance et parfois aussi les malheureuses conséquences.

2. Rôle du surveillant.

Le surveillant a un rôle bien moins important que le contremaître, sous les ordres duquel il se trouve placé.

Il doit posséder les mêmes qualités physiques et morales que celui-ci.

Comme le contremaître il doit être actif et intelligent, avoir l'œil à tout.

Son autorité et son initiative ne doivent s'exercer qu'après

l'approbation du contremaître, si celui-ci s'y trouve, sinon il doit comme lui faire le nécessaire pour assurer la bonne marche de l'usine et par conséquent avoir un esprit de décision prompt.

Comme le contremaître, le surveillant devra connaître, surtout pratiquement, les divers appareils, leur fonctionnement, les diverses opérations constituant la fabrication. Il devra savoir remédier aux difficultés qui peuvent se présenter en cours de travail.

En général les usines possèdent 2 surveillants l'un de jour, l'autre de nuit.

Certaines usines se contentent d'un seul surveillant qui est de nuit, le contremaître étant de jour et en remplissant en même temps les fonctions.

Dans des usines importantes on a en général 1 ou 2 surveillants de jour et 2 surveillants de nuit.

Le service de la surveillance d'une usine, tant au point de vue de la fabrication qu'au point de vue des ouvriers et du matériel, ne saurait être jamais trop bien assuré.

Il est urgent qu'à chaque poste il y ait un mécanicien qui pourra en même temps remplir les fonctions de surveillant.

Par exemple pour une usine travaillant de 300 à 500 tonnes par jour on aurait :

1 contremaître, 1 surveillant mécanicien.	*jour.*
1 surveillant mécanicien. 1 surveillant.	*nuit.*

Comme qualités morales le surveillant doit être, comme le contremaître, sobre, froid de caractère, ne jamais se familiariser avec le personnel sous peine de perdre toute autorité sur lui.

On devra autant que possible éviter de choisir les surveillants parmi les ouvriers de l'usine. Il est difficile dans ces conditions d'avoir une autorité efficace sur ses anciens

camarades, de plus il s'établit des jalousies entre celui-ci et les ouvriers, qui peuvent avoir dans la marche générale de l'usine de fâcheux résultats. Dans plusieurs usines un des deux surveillants est chargé de consigner sur un *cahier de rapports* tout ce qui s'est passé pendant le poste, c'est là une bonne chose qui peut fournir des renseignements pour les fabrications prochaines.

Conclusion.

Nous venons de voir ce que devait être un contremaître ou un surveillant au point de vue des qualités morales, physiques ou intellectuelles. Nous allons entrer dans le sujet lui-même. N'oublions pas que ce travail s'adresse à des hommes qui en général ne possèdent pas de connaissances techniques très profondes ; il doit donc être avant tout simple, élémentaire et pratique.

Puissions-nous par ce modeste travail avoir rendu quelque service à l'industrie sucrière et à ceux qui en dépendent. C'est notre plus sincère désir.

II. — DES CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT D'UNE FABRIQUE DE SUCRE.

Quand on établit une fabrique de sucre, il faut placer celle-ci dans certaines conditions qu'on peut ainsi résumer :

1. *Au centre de la culture ;*

2. *Au voisinage d'un canal ou d'une voie ferrée ;*

3. *Avoir de l'eau en abondance* (soit par des sources, soit par des puits).

PREMIÈRE PARTIE

GÉNÉRALITÉS. — LA BETTERAVE. — SA CONSTITUTION. NOTIONS DE CULTURE. — ARRACHAGE.

Le sucre est un corps qui se trouve dans les tissus de certaines plantes que l'on nomme pour cette raison plantes saccharifères. Parmi ces plantes deux seulement sont actuellement exploitées industriellement pour en retirer le sucre. Ce sont :

1. *La betterave*;
2. *La canne à sucre.*

Le traitement de ces deux plantes étant différent, il en est résulté que l'on a eu deux sortes de sucreries :

1. Sucreries de betteraves ;
2. Sucreries de Cannes.

Cette dernière plante a été la première source de production du sucre, mais ne pouvant être cultivée sous notre climat, Marggraf et Achard furent ainsi amenés à chercher une autre plante dont la culture fût possible dans ces conditions et contenant une quantité de sucre suffisante pour en mériter l'exploitation.

Cette plante c'est *la betterave.*

Il ne faut pas croire cependant que ce soient les deux seules plantes qui renferment du sucre, il en est bien d'autres telles

que le sorgho, l'érable, la garance, le maïs, plusieurs racines, certains fruits, etc. Mais elles ne sont pas exploitées, ou du moins extrêmement peu.

LA BETTERAVE.

La betterave fourragère qui servait exclusivement à l'alimentation des animaux a été le point de départ de la betterave qu'on cultive aujourd'hui en vue de la fabrication du sucre et qui est dite pour la distinguer *betterave à sucre* ou *betterave sucrière*.

La betterave fourragère contenait 6 à 8 pour 100 de sucre, alors qu'aujourd'hui les betteraves fournissent normalement 14, 16, 18 et même 20 pour 100 de sucre, exceptionnellement.

On est parvenu à réaliser cette augmentation dans la richesse par une série d'opérations successives dont l'ensemble constitue la *sélection*.

Sélection. — La sélection est l'opération qui consiste à choisir parmi différents types de racines ceux qui sont les mieux constitués au point de vue de la forme (sélection physique), et ceux qui sont les plus riches (sélection chimique).

Ces types eux-mêmes, ainsi sélectionnés, ont fourni d'autres types de constitutions différentes et de richesses différentes qu'on a sélectionnés à nouveau. On comprend ainsi comment, après une série de sélections, on a obtenu un certain type de betterave dont la richesse et la constitution étaient bien supérieures au type primitif.

Structure de la betterave à sucre. — La betterave en général a une forme pivotante, c'est-à-dire une forme conique, large du haut, s'amincissant dans le bas.

Ces différentes parties sont désignées de la façon suivante :

1. Structure externe. — La partie A constitue *la racine*. La partie B où viennent s'attacher les feuilles sur la racine est dite *le collet*.



Fig. 1.

Les feuilles C sont dites encore *fanes* et les petites feuilles qui viennent s'attacher autour du collet sont dites les *folioles*.

2. Structure interne. — Si on coupe une betterave sucrière au moyen d'un instrument tranchant, perpendiculairement à son axe, voici ce qu'on remarque : « Des rayons analogues à ceux qu'on remarque dans une coupe d'arbre, c'est-à-dire des rayons circulaires à peu près concentriques. Ces rayons en général sont au nombre de 7 et plus. Le tissu qui sépare chaque rayon est très serré. L'axe au pivot central doit être très accentué. Enfin la chair de la betterave à sucre doit être dure et cassante (1).

Formation du sucre dans la betterave. — La richesse saccharine, c'est-à-dire la richesse en sucre des betteraves, ne dépend pas, comme on l'a cru, uniquement du mode de culture ou de fumure. L'expérience, ces derniers temps, a démontré que la richesse en sucre des betteraves dépendait *surtout* de l'action des rayons solaires sur les feuilles et de la race.

Ces conditions sont absolument liées entre elles, c'est-à-dire que des betteraves dont le système foliacé serait développé, mais qu'on soustrairait à l'action de la lumière, seraient peu riches, et inversement, des betteraves qu'on

---

(1) On reconnaît qu'une betterave est assez décolletée lorsque la surface de la section présente des zônes nettement concentriques à l'axe, si au contraire ces zones sont irrégulières, se dirigeant sous forme de rayons du centre vers la périphérie, la betterave n'est pas décolletée d'une façon suffisante.

priverait de leurs feuilles, en laissant agir sur elles la lumière, seraient aussi peu riches.

Par conséquent, toutes les conditions qui provoqueront le maximum de ces deux facteurs entraîneront en même temps le maximum de richesse en sucre pour la plante.

Développement et culture de la betterave sucrière. — La plante betterave est une plante bisannuelle, c'est-à-dire qu'elle ne fournit le plus généralement de rejetons de son espèce, c'est-à-dire des graines, que la seconde année après sa semence.

Dans la deuxième année, la plante se transforme, les feuilles se modifient, les graines se forment. A partir de ce moment, on dit que la betterave est *montée en graines* ou simplement *montée*.

Il arrive cependant que dès la première année, par suite de conditions climatériques particulières, la betterave *monte*. Mais c'est assez rare. Si on laisse la betterave monter en graines dans le but de sélectionner ou de conserver l'espèce, elle est désignée alors sous le nom de *porte-graines* ou de *betterave-mère*.

Culture. — **1. Nature du terrain.** — La betterave par la nature même de sa racine demande une terre meuble, c'est-à-dire suffisamment divisée, *pas trop compacte*, assez profonde et suffisamment fertile pour assurer la nutrition de la plante.

2. Préparation du sol. — En automne, on pratique un labour profond. On pratique en même temps des épandages de fumier. Le fumier doit être enfoui dans le sol.

Ensuite on pourra herser, puis passer le *croskill*. On ne devra herser ou croskiller que par un temps sec et non quand les terres sont trempées.

Au printemps, on fera si on le peut un second labour plus léger que le premier. On herse d'abord puis on roule.

L'épandage des engrais devra se faire à ce moment-là.

La terre se trouve ainsi bien divisée et bien travaillée, elle renferme de plus les éléments nutritifs qu'exigera le développement de la plante, elle est dès lors prête pour les semences.

3. Semences. — Les betteraves sont obtenues au moyen de graines semées de la fin mars à la fin mai, suivant la température, suivant le climat, cette date est très variable, et suivant aussi les avis des agronomes.

Bien entendu ceci ne s'applique qu'à la France et qu'aux pays dont le climat est analogue.

Certains agronomes sont partisans des semences hâtives, c'est-à-dire des semences faites de fin mars à fin avril, d'autres prétendent au contraire qu'il n'y a aucun inconvénient à semer en mai et même au commencement de juin.

Ces données n'ont rien d'absolu car les conditions climatériques, qui sont très variables, en sont le principal facteur.

La conclusion à tirer c'est qu'on doit semer, dans les pays analogues comme climat à celui de la France, du 10 ou 15 avril au 15 mai.

A propos des labours dont nous parlions plus haut, remarquons qu'il y a peu de sucreries qui fassent ces deux labours. Beaucoup se contentent d'un seul labour profond en décembre et janvier, puis on roule après hersage, on fait les épandages d'engrais soit en couverture soit par enfouissement au moyen du *scarificateur-extirpateur*.

Les semences se font soit en *lignes*, soit en *billons*, soit en *poquets*.

La semence se fait en général au moyen de *semoirs mécaniques* traînés par des animaux, bœufs ou chevaux.

Ces semoirs ont en effet plusieurs avantages ; d'abord ils économisent de la main-d'œuvre, puis ils donnent une plus grande régularité dans les semis.

Tous sont construits sur le même principe. Ils consistent,

dans leurs éléments essentiels, en une caisse recevant la graine à semer ; au bas de celle-ci se trouvent disposées des petites lumières dites distributeurs et qui laissent passer les graines une à une, à des intervalles de temps sensiblement égaux.

Les chevaux marchant à peu près d'un mouvement uniforme les graines se trouvent distribuées à des distances sensiblement égales.

On sème ainsi suivant plusieurs « lignes » à la fois. Il y a des semoirs à 3, 4, 5, 6 lignes et même davantage.

Distance des racines. — Bien des expériences ont été faites dans ce but. On doit cependant adopter les distances suivantes :

1° distance des lignes entre elles *35 à 45 centimètres.*

2° distance des plants entre eux sur une même ligne *20 à 35 centimètres.*

On compte sur 100 à 120 000 racines à l'hectare et sur un poids de 20 à 25 kilogrammes de graines, par hectare également.

Pour les semis en poquets il faut moins de graines.

Culture et développement de la plante. — La betterave a été semée. Au bout de quelques jours on remarque un petit point vert qui perce la croûte du sol. On dit alors à partir de ce moment que la betterave est *levée*. Mais autour du nouveau plant poussent également d'autres plants parasites qui enlèvent à la nouvelle plante une partie des matières nutritives du sol. On doit les détruire. Cette opération constitue l'opération dite *binage*.

Au moyen de petits outils dits *binettes* ou *bineuses*, des hommes et des femmes suivent un à un les nouveaux plants qui sont levés et enlèvent les parasites. Cette opération a un autre résultat, c'est celui de renouveler la couche du sol au pied de chaque petite betterave ; la terre se trouve ainsi mieux ameublie et l'aération de la plante est plus active.

Le binage nécessite un temps sec. On fait en général deux binages, cependant bien des cultivateurs se contentent d'un seul qui est fait 1 mois ou 1 mois et demi environ après la semence.

Si nous revenons encore quelque temps après dans le champ et que nous examinions les nouveaux plants nous voyons qu'au lieu d'une seule plante par pied il y en a plusieurs. C'est une véritable touffe. On ne peut laisser vivre tous ces plants qui nuiraient les uns aux autres. On ne laisse que celui qui paraît le plus vigoureux ; les autres sont arrachés. Cette nouvelle opération c'est le *démariage*.

On profite de ces deux opérations, *binage* et *démariage*, pour remplacer les plants qui ne sont pas levés et qui manquent. Pour cela on procède par *repiquage*, c'est-à-dire qu'on ne sème pas à nouveau des graines, on y plante directement un des plants démariés.

Si nous continuons à suivre attentivement le développement des betteraves nous voyons bientôt les feuilles se développer, s'élargir dans de grandes proportions et mettre ainsi la racine à l'abri des rayons du soleil. C'est le moment où, sous l'action de la lumière du soleil, qui est alors très vive, sur les feuilles, la formation du sucre dans la racine est la plus active.

La quantité de sucre qui se forme dans la racine croît aussi avec la plante, jusqu'à sa complète maturité. Quand la betterave arrive à la maturité on voit les feuilles passer du vert au vert jaune, puis enfin au jaune. Au commencement de l'automne elles pendent flétries autour des racines. C'est le moment de pratiquer l'arrachage.

Un autre moyen qui permet de se rendre compte du degré de maturité de la racine c'est de calculer le rapport du *poids des feuilles* au *poids total* de la plante.

Soit P le poids total moyen de N racines.

p — des feuilles (fanes).

On admet expérimentalement que la maturité est atteinte

quand le poids des fanes ou feuilles atteint 30 à 32 pour 100 du poids total de la plante.

$$\frac{100 \text{ p.}}{\text{P}} = 30 \text{ à } 32.$$

Ce rapport n'a rien d'absolu cependant et varie avec les graines, les terrains.

La betterave, comme d'ailleurs toutes les plantes, est sujette à des maladies. Nous citerons simplement :

1. Maladies de la racine. — *Gangrène de la racine ; pourriture rouge ; pourriture du cœur ; pourriture du pivot.*

2. Maladies des feuilles. — *Rouille ; Frisure.*

Tous les moyens employés sont basés sur les antiseptiques. Nous recommandons *le lysol* à la dose de 20 à 35 grammes par litre d'eau. On l'injecte en pluie sur les plantes.

5. **Arrachage**. — L'*arrachage* se pratique de deux façons, *à la main*, quand le terrain n'est pas trop dur, et mécaniquement au moyen des *arracheuses*.

Il y a différents systèmes d'arracheuses. Les arracheuses simples consistent essentiellement en 2 crocs qui pénètrent dans la terre et soulèvent la betterave avec la terre adhérente. Des ouvriers passent ensuite, finissent de les arracher en tirant par les feuilles puis d'un coup de serpe ils tranchent les *collets*. Les racines sont mises en tas de loin en loin, de 20 mètres en 20 mètres par exemple.

Les collets sont mis également en tas à part, et utilisés pour l'alimentation du bétail.

Il existe encore les *arracheuses-décolleteuses* qui arrachent et décollettent elles-mêmes les racines.

Elles sont encore peu employées en France. Elles donnent un décolletage très irrégulier.

Nous voici donc en présence d'une racine de betterave ; si nous en observons plusieurs nous remarquons qu'elles sont loin de présenter la même forme. Si la racine est nettement conique, affectant celle d'une toupie dont le pivot serait plus

allongé, la racine est dite *pivotante*. C'est là une qualité. Cela indique en effet que la plante s'est développée dans de bonnes conditions (fig. 2 et 3).

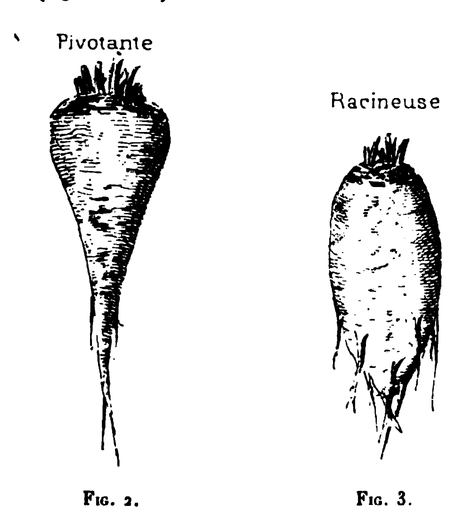


Fig. 2. Fig. 3.

Si au contraire la racine est tordue, présentant des racines secondaires elle est dite *racineuse* (1). Cela indique que la plante a souffert et n'a pas trouvé un sol suffisamment ameubli, ou du moins pas assez profondément.

Conservation des racines. — Les betteraves étant arrachées il faut pouvoir assurer leur conservation dans le cas où on ne peut les mettre en œuvre immédiatement après l'arrachage.

Si on doit attendre peu de temps on pourra les laisser en petits tas qu'on recouvrira de feuilles de façon que les racines ne se sèchent pas. Il ne faudrait cependant pas trop les couvrir, car on produirait l'étouffement de celles-ci.

---

(1) On la dit encore *bouteuse* lorsque la racine ne présente pas de racines secondaires, mais se trouve tordue.

La racine vit, et tant que sa vitalité est assurée on n'a rien à craindre pour sa conservation. Si au contraire la racine se trouve étouffée elle meurt et alors la pourriture envahit la racine puis se propage à toute la plante et à tout le tas.

Si on doit attendre un certain temps avant la mise en œuvre on disposera les betteraves en tas réguliers dans la cour de l'usine. Les tas sont dits des *silos*.

Bien entendu la meilleure solution si on le peut c'est de retarder l'arrachage.

D'une façon générale il faut éviter deux choses :

1. l'*échauffement*. 2. le *froid excessif*.

Dès que la betterave se trouve livrée au fabricant dans la cour de l'usine c'est à celui-ci à prendre les dispositions nécessaires pour assurer la bonne conservation des racines.

Les silos ont en général la forme d'un tronc de pyramide. On doit leur donner $1^{m},50$ de hauteur au maximum toujours dans le même but pour empêcher l'échauffement résultant de l'étouffement. On peut donner cependant une plus grande hauteur avec le transporteur hydraulique.

Les silos se trouvent placés en général, dans la cour de l'usine, à l'air libre. Ces derniers temps on a essayé de voir s'il y aurait avantage à placer ces silos sous des hangars couverts. M. Brunehaut au congrès de 1901 des fabricants de sucre a fait une communication à ce sujet, mais les résultats ne permettent pas de conclure encore d'une façon absolument favorable.

Les pertes de sucre *dans les silos* ne peuvent être établies d'une façon exacte, mais on peut affirmer qu'elles sont parfois très importantes.

Donc travailler le plus possible des betteraves arrachées récemment, et *travailler vite* dans l'usine.

Voici à titre de renseignements un *schéma* de silos établi en plein air (vu en plan) (fig. 4).

On ne peut indiquer de moyens vraiment radicaux pour

assurer la conservation des racines mais tous les conseils qu'on peut donner se résument à ceux-ci :

1° Les betteraves doivent être bien aérées, c'est-à-dire que les tas ou les silos ne doivent pas être trop hauts. (1^{m},50 au maximum.)

2° Préserver la betterave contre l'échauffement qui dessèche la racine.

3° Si un silos commence à s'échauffer ne pas hésiter à faire une tranchée pour séparer la partie altérée. Retourner le silos si c'est nécessaire.

4° Pour la gelée couvrir les betteraves avec des feuilles ou des bâches, ou des roseaux. Si le froid n'est pas trop rigoureux il suffit de protéger la partie exposée au Nord.

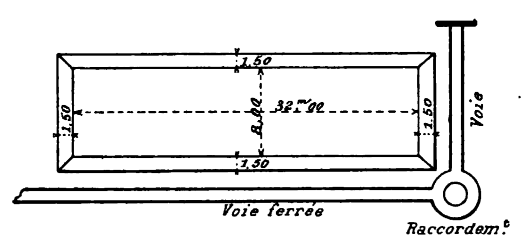


Fig. 4. — Silos (en plan).

Un excellent moyen qui est déjà répandu dans le Midi de la France pour préserver la vigne des gelées et qui pourrait rendre les mêmes services dans ce cas, c'est la formation de nuages artificiels qu'on produit en faisant brûler des matières très fuligineuses, telles que des chiffons graissés, des goudrons, etc.. Plus les nuages de fumée qu'on produit ainsi sont épais plus on a de chance d'éviter la gelée.

Enfin, en terminant ce chapitre, recommandons aux fabricants et aux cultivateurs de s'entendre au sujet des livraisons. Que le fabricant fasse en sorte d'avoir une réserve de 5 à 6 jours au plus de travail dans la cour de l'usine au lieu d'un stock considérable dont la conservation, sans perte en sucre et en pureté, est absolument impossible.

DEUXIÈME PARTIE

TECHNIQUE ET PRATIQUE DU CHEF DE FABRICATION, DU CONTREMAITRE ET DU SURVEILLANT

CHAPITRE PREMIER

ÉTUDE GÉNÉRALE DU MATÉRIEL AVANT LA MISE EN ROUTE.

A. — MOYENS DE TRANSPORT DES RACINES AUX LAVOIRS.

Les betteraves telles qu'elles sont arrivées dans la cour de l'usine sont sales, terreuses, boueuses, suivant que l'arrachage a été opéré par un temps sec ou un temps pluvieux.

On conçoit qu'il est urgent d'avoir avant tout des betteraves bien propres, en France surtout où l'impôt est établi encore sur le poids de betteraves mis en œuvre (1). La partie de l'usine où se fait mécaniquement ce nettoyage qui prépare en quelque sorte la betterave pour sa mise en œuvre est dite *lavoir*. Nous étudierons plus loin cette question.

---

(1) Jusqu'au 1er septembre 1903. L'impôt sera ensuite établi sur le produit fabriqué, le sucre. V. p. loin.

Il faut d'abord transporter la betterave du point où elle a été déchargée, soit des voitures, tombereaux, bateaux ou wagons, au point où doit s'opérer son nettoyage. Nous avons plusieurs moyens à notre choix.

a. ***Brouettes***. — Si le silos ou le tas qu'on travaille se trouve près du lavoir on pourra transporter les betteraves avec des brouettes. Mais au delà d'une distance de 10 à 12 mètres ce moyen doit être abandonné, car il nécessiterait trop de frais de main-d'œuvre.

b. ***Chariots. Wagonnets à traction animale***. — Les usines qui ne possèdent pas le transporteur hydraulique ont en général recours au système de wagonnets sur rail, à traction animale, bœufs, chevaux, etc.

Ces wagonnets sont du type Decauville, ils roulent sur des rails du type « voie étroite » dont la largeur varie de 40 centimètres à 1 mètre de largeur. Ces rails sont facilement démontables. La largeur à adopter est de 60 centimètres. Si le terrain est en pente les wagonnets pourront être poussés à la main par les ouvriers ou traînés par des bœufs ou des chevaux jusqu'au silos. Grâce à la pente ils pourront rouler seuls jusqu'au lavoir.

Un frein agissant sur la roue au moyen d'un patin qu'on manœuvre facilement par un levier permet d'arrêter les wagonnets très facilement.

Si au contraire le terrain est plat ou en palier il sera nécessaire d'avoir recours à une force de traction pour amener les wagonnets au lavoir.

c. ***Chemin de fer à voie étroite, type Decauville, à traction mécanique à vapeur***. — Ce système permet de transporter dans un même temps beaucoup plus de poids. Il est d'une installation plus coûteuse et il est nécessaire que les voies soient fixées à demeure.

En dehors de la fabrication on peut l'utiliser pour le transport du charbon, de la pierre à chaux, etc. La maison Decauville construit ces types pour voie de 60 centimètres et 1 mètre de largeur. Enfin la locomotive est construite de telle sorte que l'on peut passer très facilement sur des voies à rayon de courbure très petit.

d. ***Transporteur hydraulique.*** — Le transporteur hydraulique est sans contredit le transporteur idéal à tous les points de vue. Il est essentiellement constitué par un canal étroit de section hémi-cylindrique dans lequel circule de l'eau. Le canal n'est pas horizontal, mais incliné suivant une pente variant de 10 à 15 millimètres par mètre.

Ce canal qu'on nomme encore caniveau est bâti et *parfaitement cimenté* à l'intérieur. (Il peut être en tôle.)

Les betteraves sont jetées, au fur et à mesure, dans le canal et se trouvent entraînées par le courant d'eau vers les lavoirs. Elles subissent ainsi un premier nettoyage.

Les sucreries possèdent plusieurs transporteurs qu'on dispose parallèlement les uns aux autres. On en compte parfois jusqu'à 6 dans certaines usines.

On devra adopter une pente de 15 millimètres par mètre pour le caniveau.

On choisira de préférence la forme demi-circulaire avec une largeur de $0^m,40$ à $0^m,45$ à la partie supérieure et une hauteur de $0^m,45$ à $0^m,50$. La forme ovoïde est également bonne ainsi que celle en anse de panier, cependant le type demi-circulaire est le plus simple et le meilleur.

On devra surveiller avec attention la construction des caniveaux dont la surface interne devra être *parfaitement lisse*.

La pente des caniveaux devra être augmentée dans les courbes, dont le rayon de courbure ne devra pas être inférieure à 5 à 8 mètres. On portera la pente à 18, à 24 millimètres par mètre pour les parties courbes.

Voici d'ailleurs en coupe l'aspect d'un transporteur hydraulique :

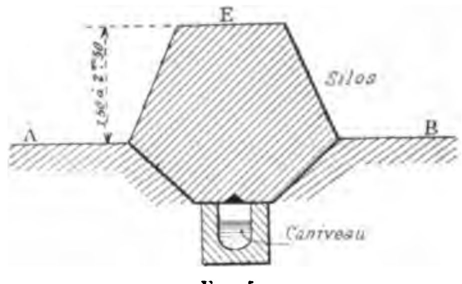


Fig. 5.

Les voitures arrivent en A ou en B et se déchargent.

Les betteraves sont jetées en tas dans l'espace E.

Mais afin d'éviter qu'elles tombent immédiatement dans les caniveaux, ceux-ci sont recouverts de petits planchers à claire-voie, mobiles, qu'on déplace et qu'on enlève au fur et à mesure que les betteraves sont travaillées.

Quantité d'eau. — Il faut une grande quantité d'eau pour alimenter un transport hydraulique. On compte sur 10 *litres d'eau* par *kilogramme de betteraves*, soit pour une usine travaillant 300 tonnes par 24 heures, 30 000 hectolitres. D'une façon générale le nombre d'hectolitres N pour une usine travaillant P tonnes de betteraves sera égal à

$$P \times 100 = N$$

Main-d'œuvre. — Deux hommes par poste de 12 heures suffisent pour alimenter une usine travaillant dans ce temps 150 à 200 tonnes.

On compte donc comme frais 0 fr. 08 à 0 fr. 10 par tonne de betteraves.

Disposition générale. — L'eau d'alimentation du transporteur hydraulique est fournie par les eaux de la bâche du triple-effet et du condenseur barométrique, si on alimente à l'eau chaude. Si on alimente à l'eau froide l'eau d'un puits sera utilisée.

L'eau est distribuée dans des bassins de décantation situés en charge sur le transporteur. Une vanne correspondant à chaque transporteur permet d'introduire l'eau dans les caniveaux. Les bassins de décantation sont en général au nombre de deux ou trois. M. Maguin évalue la surface des bassins de décantation pour une usine travaillant 200 tonnes par 24 heures à 5 000 mètres carrés, avec une profondeur de $1^m,50$.

Les bassins de décantation ont uniquement pour but de recevoir les eaux qui ont déjà servi dans le transporteur et qui sont boueuses ou tout au moins sales, pour les clarifier et permettre ainsi de les utiliser de nouveau.

Les eaux sont refoulées aux bassins de décantation au moyen de pompes centrifuges ou autres dont nous parlerons plus loin.

e. ***Transport par câble télédynamique.*** — C'est un moyen rarement employé. On utilise cependant ce système pour la décharge des bateaux apportant les betteraves, à la sucrerie de Seraucourt-le-Grand dans l'Aisne et aussi dans d'autres sucreries.

Les wagonnets sont attachés au câble qui est un câble sans fin et se trouvent entraînés ; ils se décrochent automatiquement et après avoir été vidés ils sont repris par le câble qui les entraîne pour les remplir à nouveau.

B. — LAVAGE DES BETTERAVES.

Le lavoir ainsi que nous l'avons dit a pour but de fournir des betteraves entièrement propres, sans terre adhérente, ni cailloux.

Ils sont établis suivant 2 *modes* :

1° Dans le cas des *transporteurs hydrauliques*, les betteraves suivant les caniveaux arrivent à une certaine profondeur au-dessous du niveau du sol. Les laveurs se trouvant en général établis au niveau du sol on comprend comment on

est conduit à être obligé de rechercher un moyen pour élever les betteraves afin de leur permettre de tomber dans les laveurs. D'où la nécessité des *élévateurs* ;

2° Si au contraire l'usine ne possède pas de transporteurs hydrauliques la betterave se trouve déversée directement dans le laveur et dans ce cas l'adjonction d'un élévateur peut ne pas être utile.

a. ***Élévateurs***. — Il existe différents systèmes d'élévateurs, nous ne nous occuperons que des trois suivants :

1. *Élévateur du type « noria »* (ou chaînes à godets) ;
2. *Élévateur du type roue à aubes intérieures* ;
3. *Élévateur du type hélice d'Archimède.*

Remarquons d'ailleurs en passant que les deux premiers systèmes d'élévateurs reposent sur la même idée, ils ne diffèrent que par la disposition des organes.

1. Chaîne à godets. — Elle est essentiellement constituée par deux chaînes sans fin ou une chaîne seulement, s'enroulant sur 2 ou 1 seule roue dentée, suivant que l'élévateur est à 2 chaînes ou à 1 chaîne.

Les godets destinés à recevoir les corps à élever sont supportés par des plaques de tôle venant glisser par des galets fixés sur les montants de l'élévateur. Le type des chaînes employées est très variable, les plus répandues sont les chaînes à maillons et les chaînes Gall et Vaucanson.

Dans certains cas les chaînes sont remplacées par des courroies qui s'enroulent sur des poulies. Voici une vue schématique de l'élévateur de ce type avec chaîne à maillons.

Ces godets sont en tôle perforée afin de permettre l'égouttage des betteraves.

2. Roue à aubes intérieures. — La roue à aubes intérieures est essentiellement constituée par une roue d'un diamètre convenable suivant les besoins. — Elle est formée par une série de segments en tôle rivés qui constituent le *tambour*.

Une deuxième roue est construite concentriquement avec la première. Des plaques de tôle sont rivées sur les 2 roues et viennent ainsi former une série de compartiments ou aubes dans lesquels les betteraves se trouvent entraînées.

La transmission du mouvement se fait soit par commandes par courroie, soit par engrenages. — Le mouvement de ces roues doit être très lent ; 40 tours à la minute est un maximum, afin de permettre l'égouttage des betteraves avant et pendant la montée.

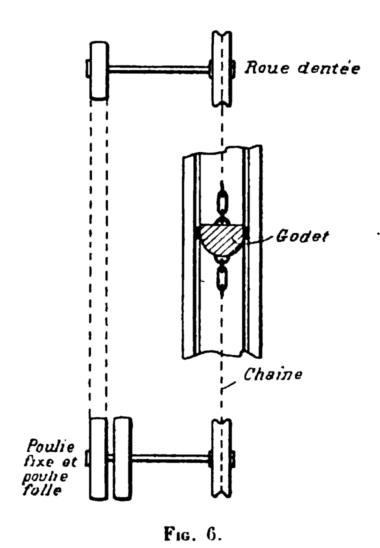


Fig. 6.

Ce système d'élévateur est presque toujours employé quand l'usine possède un transporteur hydraulique. — Il est plus avantageux que la chaîne à godets et fournit avec la même force une alimentation plus grande.

3. Hélice d'Archimède. — Ce système est très souvent employé dans toutes les industries comme élévateur et comme entraîneur. Il est extrêmement simple. Il est essentiellement constitué par une hélice en tôle assez robuste de 8 millimètres d'épaisseur en moyenne.

L'hélice est formée par segments rivés entre eux et rivés en même temps sur un rebord venu de fonte avec l'arbre. Ce rebord a une direction hélicoïdale sur toute la longueur de l'arbre. C'est en somme le gabarit de l'hélice.

L'arbre portant l'hélice tourne au moyen de 2 engrenages (pignon d'angle) dans une nochère en tôle de section demi-cylindrique et dont les rebords viennent presque toucher le bord de l'hélice. Ceci dans le but d'éviter que les betteraves puissent se dérober à l'élévateur et redescendre.

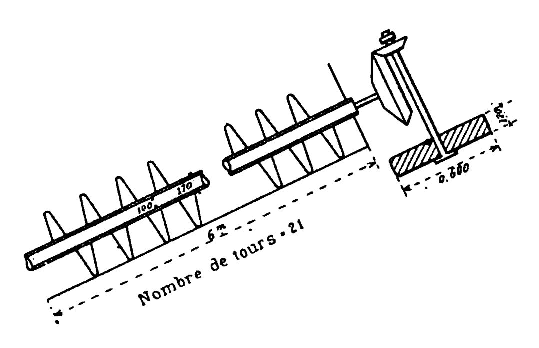


Fig. 27. — Schéma de l'élévateur à hélice d'Archimède.

Cet élévateur est très commode; il exige une dépense de force très faible et son entretien est on ne peut plus simple et facile.

b. ***Laveurs.*** — Les betteraves sont déversées dans les laveurs soit au moyen des élévateurs, dans le cas du transporteur hydraulique, soit directement. En général on ne se contente pas d'un seul laveur qui serait insuffisant dans le cas où les betteraves seraient très sales. On a été conduit par ce fait à construire plusieurs laveurs et à diviser le travail. Voici comment s'opère le lavage avec deux laveurs.

1. Premier laveur. Laveur débourbeur-épierreur à bras. — Le laveur est constitué par un récipient en tôle de forme demi-cylindrique et dont le fond est perforé. Un arbre por-

tant des chapes, pour recevoir les agitateurs ou bras, traverse le laveur dans toute sa longueur. Les bras ne sont pas dans le même plan, mais dirigés suivant une direction hélicoïdale afin de forcer les betteraves à avancer en même temps qu'à se laver.

Le laveur proprement dit est entouré d'une seconde enveloppe en tôle faisant double fond et à laquelle on donne une inclinaison, afin de permettre aux eaux sales de s'écouler.

On adjoint au laveur un système de vidange automatique pour les eaux sales. C'est une vanne automatique. Voici en quelques mots comment se fait cette vidange.

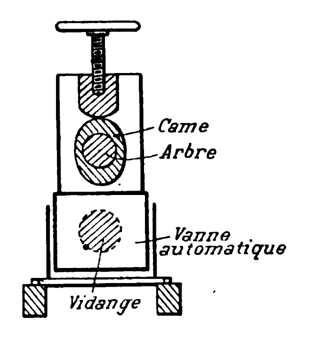


Fig. 8. — Dispositif schématique de la vanne automatique.

L'arbre à son extrémité porte une came qui vient buter contre un butoir et qui soulève la porte de la vanne à chaque tour de l'arbre. L'eau sale se déverse ainsi à chaque tour de l'arbre.

L'arbre n'est pas forgé comme on pourrait le croire, il est formé d'une série d'assemblages en fonte reliés par des griffes et portant une série de chapes venues de fonderie avec les segments et dans lesquelles se trouvent emmanchés à force les arbres du laveur.

Ces arbres sont en bois de frêne ; le plus généralement ils sont taillés suivant une section rectangulaire et les angles et les arêtes en seront arrondis afin de ne pas blesser les racines.

En avant du lavoir se trouve une trémie constituée simplement par un plan incliné et servant à déverser les betteraves si l'usine ne possède pas le transporteur hydraulique.

Les premiers bras sont un peu plus rapprochés que les autres afin de dégager l'entrée du laveur et de ne pas retarder l'alimentation, par suite de l'encombrement de racines dans le laveur.

Les derniers bras sont également plus rapprochés, mais au lieu d'être en bois et dans une direction hélicoïdale, ils sont placés perpendiculairement à l'axe de l'arbre et 2 à 2 dans le prolongement l'un de l'autre. Ils sont en général au nombre de 4 et sont boulonnés sur l'arbre. Ils ont pour but de repousser les betteraves hors du laveur et de les rejeter dans l'entraîneur à hélice d'Archimède pour les amener au second laveur (1).

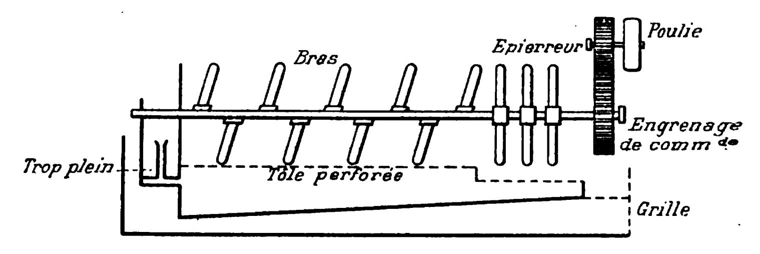


Fig. 9. — Schéma d'un laveur.

Comme il arrive souvent que les betteraves sont mêlées de cailloux il est urgent de pouvoir les en séparer. A cet effet à la suite du premier laveur se trouve un peu plus bas une grille où les cailloux tombent. De temps en temps on nettoie la grille.

L'arbre du laveur doit tourner lentement, 25 tours par minute est très suffisant, et moins souvent.

La tôle employée pour la construction doit avoir 6 à 8 millimètres d'épaisseur.

Pour une usine travaillant 300 tonnes le laveur débourbeur aura les proportions suivantes :

Longueur.	8 à 9 mètres
Largeur (diamètre du cylindre). . .	$1^{m},25$
Hauteur (surhausse comprise). . .	$0^{m},85$
Épaisseur de la tôle.	7 millimètres
Diamètre de l'arbre. , ...	14 à 15 centimètres

(1) Ces bras sont en fer.

La quantité d'eau employée varie naturellement suivant l'état des betteraves ; on compte sur 100 kilogrammes d'eau pour 100 kilogrammes de racines.

La maison d'Hennezel et Cardon de Saint-Quentin qui s'est fait une spécialité pour la construction des lavoirs de betteraves, construit un laveur dont le pas de l'hélice peut être augmenté ou diminué en même temps que la vitesse de rotation de l'arbre. C'est le laveur dit à bras indépendants. Si les betteraves sont très sales on diminue la vitesse de rotation et on augmente la quantité d'eau.

En général l'eau du premier laveur est de l'eau tiède. Il y a une prise d'eau chaude et une prise d'eau froide. L'eau chaude est fournie soit par les eaux des presses à cossettes, soit par les eaux de la fosse de la diffusion. Elles sont à une température de 30° à 35°.

2. Deuxième laveur. Laveur rinceur. — Les betteraves telles qu'elles sortent du premier laveur débourbeur ne sont pas encore suffisamment propres, toute la boue n'a pas été enlevée, il est nécessaire d'opérer un rinçage des racines afin d'avoir des betteraves à la chair absolument nette et propre.

Ce second laveur est construit comme le premier, c'est un laveur à bras. Mais il est de dimension bien moindre. Il est

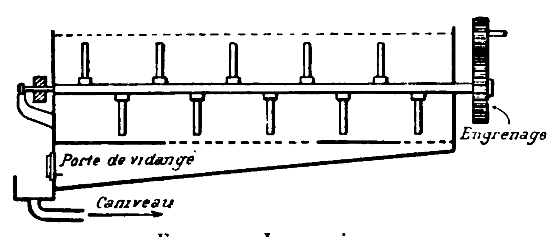


Fig. 10. — Laveur rinceur.

placé en général, soit à la suite du premier, soit parallèlement à celui-ci et à un niveau plus élevé. Dans ce dernier cas il sera nécessaire d'y élever les betteraves. C'est l'élévateur à hélice d'Archimède qui remplit ce but (fig. 10).

Le pied du tambour de cet élévateur plonge alors dans la partie du premier laveur qui est l'épierreur, jusqu'à une certaine profondeur. Les betteraves barbotent dans l'épierreur puis sont rejetées par les 3 ou 4 bras en fer dont nous avons parlé plus haut, dans le tambour de la vis d'Archimède. La première spire de la vis saisit les racines et elles se trouvent ainsi élevées de spire en spire jusqu'au laveur-rinceur dans lequel elles se déversent.

On donnera au second laveur les proportions suivantes pour une sucrerie travaillant 300 tonnes.

Longueur.	4m,50
Hauteur.	0m,85
Diamètre.	1m,25

Ce laveur est également à double fond et il est alimenté à l'eau froide exclusivement. Un trop-plein y est établi et déverse l'eau dans le premier laveur.

Nous indiquons schématiquement la disposition des deux laveurs situés parallèlement et à un niveau différent (fig. 11).

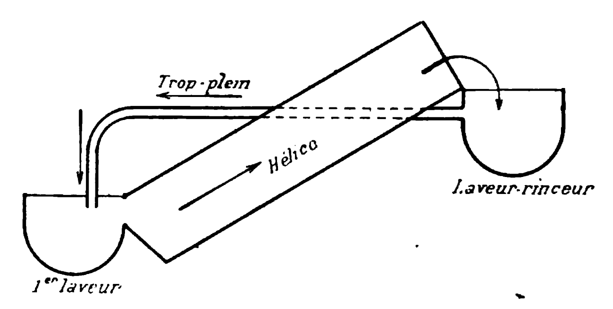


Fig. 11.

Bien des sucreries se contentent de ces deux lavages pour les betteraves ; dans ce cas les racines tombent directement du second laveur sur un plan incliné qui vient aboutir à la chaîne à godets. Elles sont alors élevées directement jusqu'au haut de l'usine où se trouve la benne de pesage.

Égoutteurs. Essuyeurs. — La betterave au sortir des laveurs est très mouillée; il est nécessaire en France tout au moins d'éliminer cette eau qui diminuerait le poids réel de betteraves pris en charge par la régie.

Les betteraves contiennent une quantité d'eau variable suivant leur maturité, le temps qu'elles ont séjourné en silos dans la cour de l'usine. On admet que la quantité d'eau qu'elles contiennent après le lavage varie de 2 à 3 pour 100.

1. Égoutteurs à tambour. — C'est le plus simple de tous. Les betteraves tombent dans un tambour cylindrique animé d'un mouvement de rotation. Ce tambour est en tôle percée de trous sur toute sa surface afin de permettre à l'eau de s'égoutter.

2. Secoueur. — Le secoueur est simplement formé d'une table à secousses commandée par une bielle et un excentrique. La table est animée d'un mouvement de va-et-vient. On compte qu'il faut 170 à 180 oscillations par minute.

Le tablier qui reçoit les betteraves à leur sortie du laveur est en tôle perforée. On lui donne une longueur de 3 à

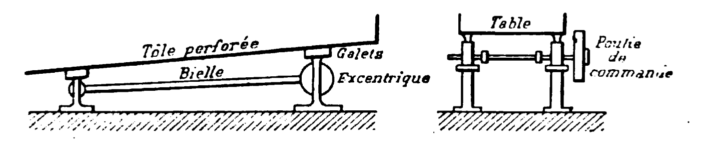


FIG. 12. — Table à secousses.

6 mètres de longueur et une certaine inclinaison afin de forcer les betteraves à avancer. C'est donc un entraîneur en même temps qu'un égoutteur-secoueur (fig. 12).

Betteraves à avancer. C'est donc un entraîneur en même temps qu'un égoutteur-secoueur.

On donne au tablier une inclinaison de $0^m,10$ à $0^m,15$ par mètre.

Pour une usine travaillant 300 tonnes on donnerait à la

table les dimensions suivantes (sucrerie de Méru. Cail constructeur).

Longueur de la table.	5 mètres
Largeur.	1 mètre
Inclinaison.	15 millimètres par mètre
Nombre de tours à la minute. .	180 —

3. Essuyeurs. Brosseurs. — En France où comme on le sait l'assiette de l'Impôt a pour base la betterave, il est avantageux de faire passer les racines sortant des laveurs sur un essuyeur qui enlève l'eau adhérente aux racines. Nous ne citerons que le

Transporteur, brosseur-essuyeur Denis. — Il est constitué par une série de brosses tangentes entre elles et tournant dans le même sens. Ces brosses sont généralement en baleine. Les betteraves tournent et sont frottées en même temps, contre les brosses, puis cheminent en suivant le mouvement d'entraînement. Les arbres des brosses sont mis en mouvement par une série de pignons d'angles fixés sur un arbre longitudinal allant d'une extrémité à l'autre de l'appareil.

Bien que cet appareil soit très pratique nous conseillons d'adopter le secoueur-égoutteur.

La betterave ainsi lavée, égouttée, essuyée ou brossée est élevée au moyen d'une chaîne à godets au haut de l'usine. Les godets seront perforés et disposés de telle façon que l'eau qui s'écoule d'un godet tombe à l'extérieur du godet placé au dessous. Enfin, afin d'éviter la chute des godets dans un cas de rupture de la chaîne, la poulie supérieure portera un rochet avec cliquet afin de retenir la chaîne et d'empêcher sa chute.

Nous donnons ci-contre une vue schématique de l'installation de la chaîne à godets qui a déjà été étudiée dans les élévateurs (fig. 13).

Pesage des betteraves lavées. — En raison de l'as-

siette de l'impôt sur les sucres jusqu'au 1er septembre 1903, en France la pesée des betteraves se fait sous le contrôle du service des contributions indirectes. La régie a obligé les constructeurs à fournir des systèmes de bascule présentant toute garantie contre la fraude.

En France on rapporte le travail à la quantité de betteraves mises en œuvre. Dans les autres pays ou l'assiette de l'impôt est différente on rapporte le travail au volume de

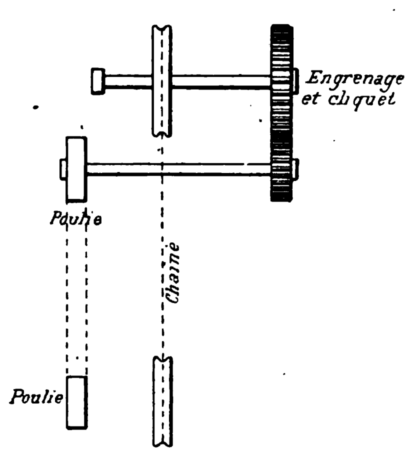


Fig. 13.

jus obtenu à la diffusion. Enfin certaines sucreries pèsent malgré cela leurs betteraves à titre de renseignement.

En France les pesées sont uniformes et la bascule doit être sensible à 500 grammes au minimum. La pesée uniforme, ou pesée est déterminée au commencement de la fabrication par la moyenne de 4 pesées d'essai, établies sur le poids maximum que peut contenir la benne de pesage, sans cependant tasser les betteraves, mais en comblant les vides.

La partie de la bascule qui reçoit les betteraves est appelée la *benne,* c'est un récipient en tôle supporté directement par la bascule.

Les systèmes adoptés en France sont tels que la bascule ne peut être déchargée quand elle est pleine et inversement la benne ne peut être à nouveau remplie que lorsque celle-ci a été vidée et refermée.

La benne est à la bascule ce que le plateau est à la balance.

L'employé de la Régie est en permanence à la bascule. De temps en temps il vérifie la tare de la bascule et commande la vidange de la benne au moyen d'un levier dit *verrou* qui d'après les règlements doit revenir de lui-même à sa position primitive.

Deux compteurs automatiques scellés enregistrent le nombre de pesées. L'un des deux compteurs est invisible et il est dit pour cette raison compteur opaque.

Nous citerons les bascules Maguin, Montauban et Marchandier, enfin la balance automatique Chronos.

Évacuation des eaux boueuses du lavoir à betteraves. Épuration. Traitement des eaux résiduaires. — Les eaux boueuses à la partie des laveurs sont très sales de plus très impures. Le fabricant doit cependant s'en débarrasser. Étudions d'abord comment elles sont évacuées des lavoirs.

1. Évacuation. — Le système le plus répandu consiste à établir le fond des fondations des lavoirs, qui sont cimentés, en pente. Une grille retiendra les matières étrangères. Cette grille se trouve avant la conduite souterraine destinée à recevoir les eaux résiduaires. Nous avons parlé plus haut également du système automatique d'évacuation des eaux boueuses au moyen de la vanne automatique.

a. Vanne automatique. — Évacuation par simple pente.

b. Roue a godets. — *Dragueuse.* — *Chaîne à godets.* — Il arrive cependant dans certains cas qu'on ne peut évacuer ces eaux par simple pente. Il faut alors avoir recours à d'autres moyens tels que les roues à godets, les pompes, etc., etc.

Nous conseillons dans ce genre la roue à godets, c'est ce qu'il y a de plus solide.

c. POMPES A EAUX BOUEUSES. — Il existe différents types de pompes à eaux boueuses, nous citerons :

Pompes centrifuges. — Ces pompes sont excellentes, débitent énormément, mais dans le cas des eaux sales on doit les employer avec réserve. La maison Wauquier de Lille s'est fait une spécialité de ces pompes. Nous étudierons plus loin ce système de pompes.

Pompes à piston plongeur et à boulets. — Ces pompes sont très robustes et nous en parlerons plus loin. Les boulets sont en caoutchouc avec noyaux en fonte.

Les boulets devront avoir un diamètre plutôt assez grand. On prendra par exemple $0^m,15$ à $0^m,20$. Les boulets seront changés assez souvent car la pompe s'use vite.

d. ÉLÉVATEUR THIERRY. — L'élévateur Thierry n'est autre qu'une pompe centrifuge d'une construction spéciale. La coquille des pompes est remplacée par un tambour, les aubes par des conduits enroulés en hélice autour du tambour. Le tambour est commandé par un système de 2 engrenages. La vitesse de rotation est très faible comparativement à celle des pompes centrifuges. Elle varie de 15 à 30 tours à la minute.

2. Épuration et traitement des eaux résiduaires des lavoirs. — Les eaux résiduaires ne peuvent être rejetées telles quelles dans un cours d'eau, ni épandues directement sur un terrain dont on n'a pas la propriété. On doit donc les épurer. Les diverses méthodes qui sont employées peuvent être rangées de la façon suivante :

1. *Épuration physique*. — Décantation. Épuration par le sol.

2. *Épuration chimique*. — Traitement des eaux résiduaires.

Épuration physique. — *a*. ÉPANDAGE DIRECT SUR LE SOL. — Quand on dispose d'un terrain d'une conte-

nance suffisante et à proximité de l'usine. On y amènera les eaux résiduaires au moyen de conduites en grès, enterrées. Les eaux s'y déverseront directement et si le terrain est suffisamment absorbant, par exemple un sol de constitution sablonneuse, ce procédé sera le plus économique et devra être choisi. Les eaux filtrent dans le sol et se trouvent par cela même épurée. On devra toujours placer au départ de la conduite amenant les eaux une grille dont les barreaux devront être assez rapprochés pour arrêter les morceaux de betteraves et les débris divers.

Enfin on ne devra jamais mélanger les eaux résiduaires des laveurs et celles de la diffusion, avec les eaux d'évaporation du triple-effet ou de la cuite. Il est absolument urgent d'en opérer la séparation.

b. Décantation. — Si on ne peut opérer l'épandage direct sur le sol, pour diverses raisons, on procèdera alors par décantation. On disposera à cet effet d'une série de bassins d'une contenance suffisante.

Mais il ne faudra pas exagérer les dimensions de ceux-ci car il importe que les eaux résiduaires n'y séjournent pas trop longtemps. Ces bassins pourront être disposés en cascade, les eaux décantent dans le premier bassin, puis coulent dans le second où elles décantent encore, enfin dans un troisième d'où elles doivent sortir très limpides. Elles pourront alors être déversées dans le canal de fuite et de là répandues soit en irrigation sur des prairies ou un sol quelconque, soit dans un cours d'eau. Mais dans ce dernier cas il sera bon de leur faire subir au préalable une épuration chimique.

On devra posséder un nombre tel de bassins de décantation qu'il y ait toujours deux bassins en nettoyage.

Chaque bassin devra être vidé et nettoyé tous les trois ou quatre jours au minimum.

2. Épuration chimique. — *a*. Chaux. — La chaux devra être employée sous forme de lait de chaux. On devra faire

ce traitement dès la sortie des eaux résiduaires ou des eaux de la diffusion.

b. Perchlorure de fer. — On l'a employé également. On l'utilisera à la dose de 250 à 300 grammes par mètre cube d'eau vanne.

c. Perchlorure de fer et chaux. — Les eaux reçoivent successivement une proportion de 250 grammes de perchlorure de fer par mètre cube d'eau et 1 kilogramme de lait de chaux. Après chaulage les eaux arrivent dans une première fosse, de celle-ci elles sont décantées dans une deuxième et passent ensuite dans un fossé qui les déverse dans les marais des environs, ou dans un terrain quelconque. D'après M. Vivien le procédé est estimé à 0 fr. 004 par hectolitre d'eau-vanne traitée, ce qui porte, pour une usine travaillant 300 tonnes, la dépense à 20, à 25 francs par jour.

d. Permanganate de potassium. — C'est un excellent épurant, et un excellent antiseptique mais son emploi est trop coûteux.

Remarque. — Dans tout ce qui a été dit plus haut au sujet des eaux résiduaires nous nous sommes placés dans le cas où le déversement direct de ces eaux dans un ruisseau ou dans une rivière voisine ne peut se faire. En France depuis quelques années le service des Ponts et Chaussées est très sévère au sujet de ces questions d'eaux résiduaires industrielles.

C. — EXTRACTION DU JUS.

Principe de la diffusion. — Si on examine une betterave venant d'être arrachée et que nous en fassions une section au moyen d'un instrument tranchant quelconque, rien dans son aspect externe ou interne ne nous révèle l'existence du sucre. Si cependant on soumet cette même betterave à un

état de division convenable, puis ensuite à une pression, on constate qu'une certaine quantité de liquide s'en échappe. Ce liquide a une saveur sucrée et on l'appelle *du jus*. Le sucre se trouve donc en solution dans ce jus.

L'extraction du sucre devra donc comprendre :

1. *L'extraction du jus contenu dans la betterave* ;
2. *L'extraction du sucre de ce jus.*

Aujourd'hui l'extraction du jus se fait uniquement par la méthode dite de diffusion dont nous allons donner simplement le principe, estimant que tout contremaître doit le connaître.

Principe. — Si nous prenons un vase quelconque séparé en 2 parties au moyen d'une cloison de verre par exemple, ou une cloison métallique et que dans l'un des 2 compartiments nous introduisions une solution de sel marin dans de l'eau pure, puis dans l'autre compartiment simplement de l'eau pure, on constate après un temps suffisant que rien ne change dans les propriétés physiques des 2 liquides ; le compartiment contenant de l'eau pure est encore de l'eau pure et il en est de même du compartiment renfermant l'eau salée.

Si au lieu d'une cloison en verre ou une cloison métallique nous mettons une cloison formée d'une membrane mince, en parchemin par exemple, et si nous observons après quelque temps les 2 liquides, nous constatons que le compartiment renfermant de l'eau pure contient de l'eau salée et que le compartiment renfermant de l'eau salée contient encore de l'eau salée. Nous en concluons donc logiquement que de l'eau salée a passé dans le compartiment à eau pure et que la cloison de verre ou la cloison métallique ne possède pas les mêmes propriétés que la membrane de tout à l'heure. Mais là ne se borne pas seulement le phénomène ; si notre palais était assez délicat pour le reconnaître nous constaterions que l'eau salée du compartiment qui la renfermait est moins salée que l'eau salée primitive. Nous en concluons donc encore que non seulement il y a eu passage d'eau salée dans l'eau pure, mais

également qu'il y a eu passage d'eau pure dans l'eau salée. Autrement dit, tandis que le liquide du compartiment d'eau pure devenait de plus en plus salé, le liquide salé primitif le devenait de moins en moins. Il arrivera donc un moment où ces 2 liquides se trouveront également salés, c'est ce qui arrive en effet, et on constate en même temps qu'il n'y a plus passage de l'un à l'autre des compartiments.

Ce double passage a été désigné par le mot *osmose* et dans ce cas exosmose.

Ce même phénomène appliqué à l'extraction du jus dans la fabrication du sucre a été nommé *diffusion*.

Si nous revenons à la betterave et que nous examinions une tranche fine, nous remarquons que celle-ci est formée de tissus très fins. Ces tissus renferment entre eux le jus de la racine et peuvent être considérés comme une multitude de petites membranes.

Prenons une petite tranche très mince de betterave et introduisons-la dans un vase V_1, contenant de l'eau ordinaire, tiède. Le double passage de tout à l'heure va s'effectuer, du jus sucré traversera les tissus et viendra se « diffuser » dans l'eau du vase, tandis que l'eau du vase viendra le remplacer dans les cloisons des tissus. Et ce passage aura lieu jusqu'à ce que les 2 liquides, le liquide du vase et le liquide enfermé dans les tissus, soient également sucrés (fig. 14).

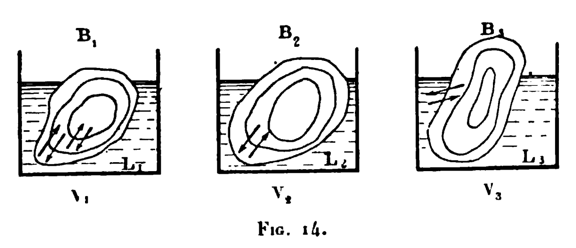


Fig. 14.

Nous avons donc déjà enlevé une partie du jus et partant du sucre contenu dans les tissus. Si nous mettons ce même morceau en contact avec une nouvelle quantité d'eau pure

dans un vase V_2, puis après ce second épuisement dans un vase V_3, etc., il arrivera un moment où il n'y aura plus passage et où tout le jus aura été diffusé, les deux liquides seront de l'eau.

Mais nous pouvons encore pratiquer l'épuisement et la diffusion du jus d'une autre façon. Au lieu de changer le liquide après chaque épuisement nous pouvons mettre le même liquide en contact avec de nouvelles portions de betteraves n'ayant pas encore été épuisées. C'est ainsi que s'opère la diffusion en sucrerie.

Mais on comprend que plus la surface de passage sera grande et plus la diffusion sera rapide, de là la nécessité de diviser les betteraves de façon à opérer la diffusion le plus rapidement possible.

D. — COUPE-RACINES.

Le coupe-racines a pour but de mettre les betteraves dans un état de division convenable pour favoriser la diffusion.

Le coupe-racines est essentiellement constitué par un plateau circulaire, animé d'un mouvement de rotation. Ce plateau porte des lumières ou ouvertures où s'engagent des *boîtes* portant les *couteaux*, quadrangulaires le plus généralement.

Ces boîtes portant les couteaux sont dites *porte-couteaux*. Les betteraves se trouvant prises contre le plateau sont tranchées en petites lamelles très fines d'une forme particulière, appelée *cossette*.

Comme il se trouve toujours un certain poids de betteraves dans le coupe-racines, la couche de racines qui se trouve directement en contact avec le plateau, se trouve pressée par les betteraves qui se trouvent au-dessus ; de cette façon elles ne peuvent pas se dérober au couteau. Sans cela en raison de la forme même des betteraves, les couteaux, prenant celles-ci tangentiellement, les feraient pivoter et, au lieu de fournir des

lamelles fines à sections bien nettes, fourniraient de la râpure (cossettes carrées).

Description. — *Tout coupe-racines* est constitué par :

1. *Organe coupant.* — Plateau, porte-couteaux, couteaux ;
2. *Organes de mouvement.* — Poulie et engrenages ;
3. *Vidange des cossettes après découpage.*

1. Plateau. Porte-couteaux. Couteaux. — *a.* Le plateau est horizontal en acier. Les ouvertures ménagées dans le plateau sont quadrangulaires en nomdre variable suivant le diamètre du plateau. On en compte 6, 8, 10, 12 et même 16 dans les grands plateaux (fig. 15).

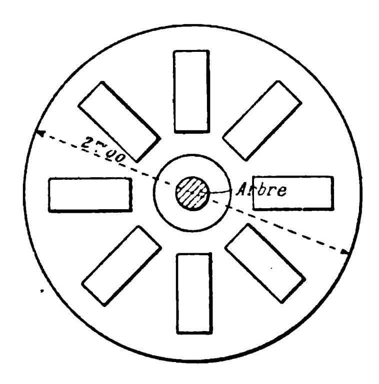


Fig. 15. — Plateau de coupe-racines à 8 lumières.

Le plateau est traversé par un arbre sur lequel sont calés les organes du mouvement. Le diamètre varie de $1^m,25$ à $2^m,10$.

b. Porte-couteaux et couteaux. — Les porte-couteaux les plus employés sont constitués par un cadre en fonte et les couteaux y sont fixés au moyen de vis et de boulons. Les porte-couteaux portent également une plaque dite *contre-plaque* dont on peut faire varier l'inclinaison pour le réglage des cou-

teaux. Cette contre-plaque a pour but de faire varier l'angle sous lequel le couteau prend la betterave (fig. 16).

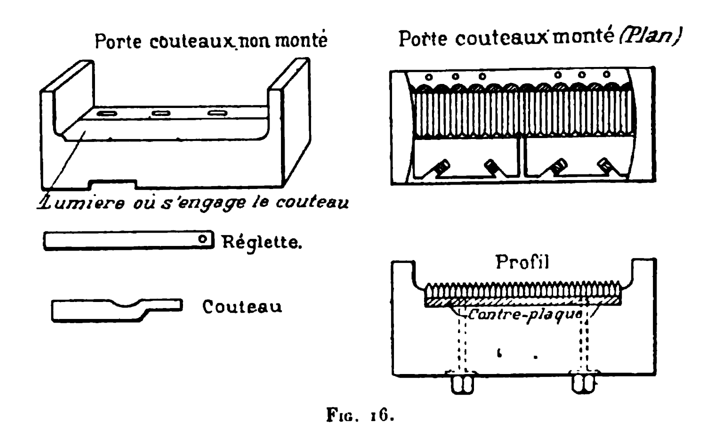


Fig. 16.

Les *couteaux* les plus employés sont les couteaux dits *faîtières* dont nous indiquons la vue en coupe (fig. 17).

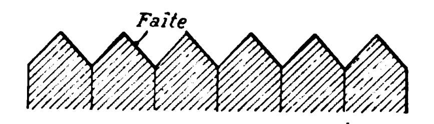


Fig. 17. — Couteau faitière.

Les couteaux Maguin sont de ce type. Mais il existe bien d'autres formes et d'autres modèles, tels que les couteaux Galler, Napravil, etc.

La maison Putch (allemande) a également imaginé un nouveau porte-couteau où la contre-lame se trouve supprimée, et le siège des couteaux est mobile autour d'un axe longitudinal.

2. Organes du mouvement. — Le mouvement du plateau est en général communiqué par un arbre traversant le plateau perpendiculairement à son plan. L'arbre lui-même reçoit son mouvement de rotation par l'intermédiaire de 2 en-

grenages commandés eux-mêmes par une transmission par courroie en général.

Dans ce cas, à côté de la poulie de commande se trouve une poulie folle permettant de mettre en marche ou d'arrêter le coupe-racines, c'est-à-dire d'embrayer et de débrayer (fig. 18).

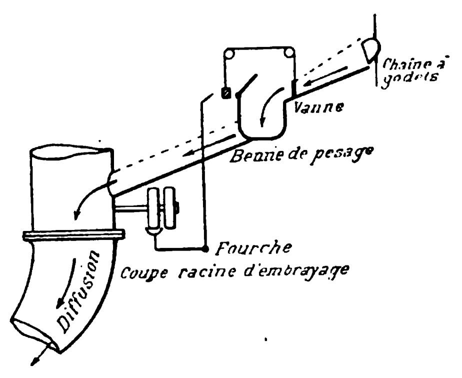


Fig. 18.

L'embrayage et le débrayage se font en général toujours de la façon la plus simple, au moyen d'une *fourchette* à 2 branches commandée par un levier, qui fait jouer la courroie de la poulie folle sur la poulie de commande ou inversement.

3. Vidange des cossettes. — Les cossettes tombent dans une trémie les amenant directement au-dessus des diffuseurs, ou bien tombent dans une nochère horizontale traversée par une courroie sans fin qui entraîne les cossettes aux diffuseurs.

Enfin au-dessus du plateau du coupe-racines se trouve une cage en tôle dite *trémie* recevant les betteraves de la benne. La trémie doit avoir une capacité au moins égale à 2 fois la contenance de la *benne de pesage* (v. fig. 18).

Différents types de coupe-racines. — Nous parlerons seulement des :

1. Coupe-racines à plateau horizontal;

2. Coupe-racines à grand débit, à tambour (nouveau type de chez Maguin).

1. Coupe-racines à plateau horizontal. — Dans ce type de coupe-racines, se rangent :

a. Coupe-racines ne coupant pas sur toute la surface.

b. Coupe-racines coupant sur toute la surface.

a. En raison de la disposition des organes, une partie seulement du plateau était utilisée pour le découpage. La trémie du coupe-racines, c'est-à-dire la partie du coupe-racines où se trouvent les betteraves tombant de la benne, était partagée par une cloison; la surface utile du plateau se trouvait ainsi considérablement diminuée.

b. On a désigné par opposition, les coupe-racines où toute la surface du plateau se trouve utilisée, coupe-racines coupant sur toute la surface. Les organes sont disposés de telle façon qu'ils ne diminuent en rien la surface du plateau. En général les 2 engrenages de transmission sont dissimulés sous une calotte en forme d'obus. Ce type de coupe-racines se fait à grand diamètre; on va jusqu'à $2^m,10$ et même $2^m,20$ pour le diamètre des plateaux avec 10, 12 et 16 porte-couteaux.

Débit. — On appelle *débit d'un coupe-racines* le poids de betteraves qu'il peut transformer en cossettes dans un temps donné.

Par exemple, supposons que la trémie renferme un poids P de betteraves ; on met le coupe-racines en marche ; soit t le temps mis par le coupe-racines pour transformer en cossettes le poids P de betteraves, on en conclut que le débit du coupe-racines par heure sera égal à :

$$D = \frac{P \times 3\,600 \text{ secondes}}{t}.$$

Le débit diminue avec le temps de marche, les couteaux coupant moins, ou par suite de l'obstruction des lumières du plateau; le temps t est évalué en secondes.

Un coupe-racines de 2 mètres de plateau, à 10 porte-couteaux, avec une vitesse de rotation de 80 tours à la minute peut débiter 400 tonnes par 24 heures.

Nous donnons ci-dessous un croquis schématique de ces deux types de coupe-racines (fig. 19).

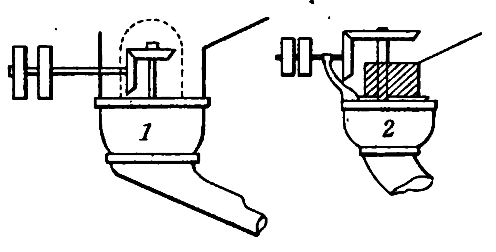


Fig. 19. — Schéma de coupe-racines coupant sur toute la surface (1), et ne coupant pas sur toute la surface (2).

2. Coupe-racines à tambour ou vertical (Maguin). — La maison Maguin a construit dernièrement un coupe-racines d'un nouveau type.

Ce coupe-racines présente les avantages suivants :

1° Les couteaux sont tous parallèles entre eux ;

2° Les couteaux marchent en tous points à la même vitesse ;

3° Les couteaux sont rapprochés les uns des autres ;

4° La betterave est maintenue fixe pendant la coupe.

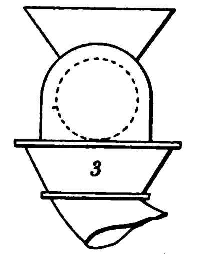


Fig. 20. — Schéma du coupe-racines à tambour rotatif (Maguin).

La betterave se trouve ainsi entraînée parallèlement à elle-même par les couteaux qui, étant très rapprochés, la découpent en cossettes très minces et homogènes (fig. 20).

Le tambour portant les porte-couteaux est rotatif autour d'un axe horizontal.

Le débit de ce genre de coupe-racines est plus grand. A 60 tours il peut débiter 20 000 kilogrammes à l'heure ; enfin

il nécessite une dépense de force bien moindre ; son mouvement étant obtenu directement par une transmission par courroie.

M. Maguin a ménagé une cavité dans le tambour, qui sert d'épierreur, en marche.

Entretien des coupe-racines. — On a cherché différents moyens pour éviter la détérioration des couteaux et du coupe-racines, leur bourrage, par suite de betteraves à tissus ligneux, etc., enfin éviter que certains corps étrangers, tels que des cailloux, pierres, morceaux de bois, etc., qui amèneraient la mise hors d'état des couteaux, puissent passer avec les betteraves sur le plateau du coupe-racines.

1. Épierreur. — L'épierreur idéal est encore à trouver. On se contente simplement d'employer des couteaux dits épierreurs, dans lesquels sont ménagées des ouvertures permettant aux pierres de traverser, si elles ne sont pas trop grosses, bien entendu.

2. Brosseur de couteaux en marche. — Pour débourrer les couteaux en marche, la maison Maguin a imaginé une brosse rotative, venant brosser les couteaux pendant la marche. Le brosseur a donné de très bons résultats.

E. — LA DIFFUSION EN SUCRERIE DE BETTERAVES.

La diffusion appliquée à la sucrerie s'opère dans une série de récipients appelés *diffuseurs*. Pour plus de commodité, ces diffuseurs sont groupés ensemble et constituent alors *la batterie de diffusion*.

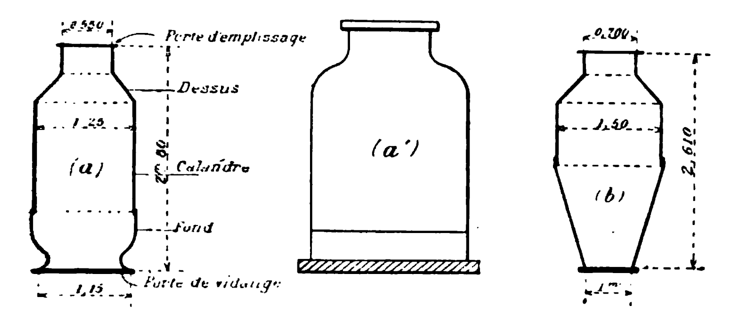
Suivant la disposition adoptée pour les diffuseurs, par exemple sur une seule ligne droite, les diffuseurs étant placés à la suite les uns des autres, ou bien sur 2 lignes parallèles, on aura une batterie dite *rectiligne*. Si au contraire les diffuseurs sont placés en un groupement en cercle, la batterie sera dite *circulaire* ou *semi-circulaire*.

Ce mode est celui qu'on emploie le plus généralement, car il permet de conduire la batterie beaucoup plus facilement. On n'emploie la batterie en ligne que lorsque l'on y est forcé par manque d'emplacement. Avant d'étudier l'ensemble d'une batterie, étudions les différentes parties qui la composent, c'est-à-dire les diffuseurs, les calorisateurs, puis la façon dont les diffuseurs sont reliés entre eux.

Diffuseurs. — Les diffuseurs sont en tôle et en fonte ; leurs formes sont très variables ; cependant on peut rapporter ces diverses formes à deux types principaux :

a. Type *cylindrique* et (a') ;

b. Type *cylindro-conique* ou *tronconique* (fig. 21).



(a) Type cylindrique. Capacité, 28 hectolitres. Tôle de 10 millimètres.
(a') — — 32 —
(b) Type cylindro-conique. —

Fig. 21. — Schéma de diffuseurs du type cylindrique et cylindro-conique.

Voici les *profils* de ces types :

La partie moyenne, dite *calandre,* est en tôle d'une épaisseur variant de 8 à 12 millimètres.

La calandre est rivée sur le haut du diffuseur et sur le fond qui sont tous les deux en fonte.

Enfin ces deux types de diffuseurs se subdivisent eux-mêmes en plusieurs autres, suivant la disposition de la porte de vidange.

C'est ainsi qu'on aura des diffuseurs du type cylindrique, avec porte sur le fond ou porte sur le côté ; il en sera de même des diffuseurs du type cylindro-conique.

La partie supérieure du diffuseur porte les soupapes et l'ouverture (porte), où passent les cossettes tombant du coupe-racines, à la partie inférieure se trouvent la porte de vidange, tantôt sur le fond, tantôt sur le côté, et la tubulure de la communication avec le calorisateur ; nous en parlerons tout à l'heure.

Au-dessus du fond se trouve un double fond formé de segments en tôle perforée et boulonnés sur le fond. Ce double fond a pour but de retenir les cossettes et de les empêcher de se rendre dans la conduite du calorisateur.

Fermeture. — Le mode de fermeture le plus parfait et qui actuellement est partout employé comme étant le plus parfait et le plus étanche, c'est le système dit *du joint hydraulique*. Il consiste essentiellement en un tube de caoutchouc assez épais, venant se loger dans une rigole venue de fonte avec la porte du diffuseur et dans lequel on injecte de l'eau sous pression. Le joint se dilate et vient s'appliquer sur les bords de la porte. Un robinet à trois eaux permet le remplissage, l'isolement avec la conduite d'eau, ou la vidange selon les besoins (fig. 22).

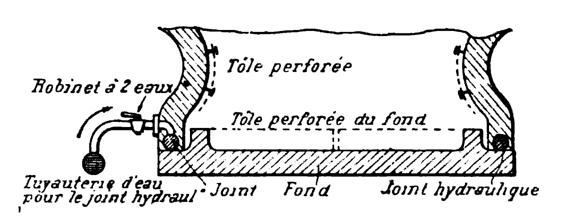


Fig. 22. — Détail de la fermeture par point hydraulique.

Ouverture. — La porte qui ferme l'ouverture porte également un joint plein en caoutchouc et une tôle perforée, destinée toujours à empêcher les cossettes de passer dans la

tuyauterie. Elle se ferme par pression au moyen d'un volant et porte à sa partie inférieure un robinet pour l'expulsion de l'air dans le meichage.

Calorisateurs. — Comme nous l'avons vu, la chaleur rend la diffusion beaucoup plus rapide et plus complète, de là la nécessité de chauffer la batterie de diffusion.

A cet effet, chaque diffuseur est relié directement par une tubulure inférieure avec son appareil de chauffage qui est dit *calorisateur* (fig. 23).

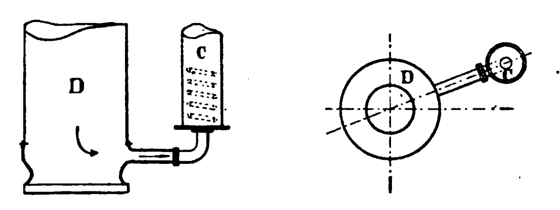


Fig. 23. — Assemblage d'un diffuseur et de son calorisateur (bas).

Les calorisateurs consistent simplement en un récipient en général cylindrique en fonte, où se trouve une tuyauterie dans laquelle circule de la vapeur. Suivant la disposition et la nature de cette tuyauterie on distingue les :

a. Calorisateurs a serpentin.

b. Calorisateurs tubulaires. — Ces derniers sont de beaucoup les plus avantageux. Ils sont constitués simplement par un faisceau de tubes en cuivre, réunis entre eux par deux plaques dites plaques tubulaires.

Enfin, nous devons citer un troisième type de calorisateur, c'est le :

c. Calorisateur a injection de vapeur. — Dans ce type de calorisateur, la vapeur est introduite directement dans le diffuseur et se trouve mélangée au jus dans celui-ci.

Ce mode de chauffage est peu répandu comme remplaçant des calorisateurs tubulaires ou à serpentins, qu'on pourrait

appeler des calorisateurs indépendants, mais on l'a adopté comme complément de chauffage pour ces derniers, en particulier au moment du meichage, dont nous parlerons plus loin.

Les appareils servant à distribuer la vapeur directement sont appelés des *injecteurs*. Nous citerons parmi ceux-ci les injecteurs Kœrting, qui sont très simples et d'un maniement très facile.

Mais on peut fort bien se dispenser d'un injecteur, une simple tuyauterie de vapeur avec des robinets de prise pour chaque diffuseur est très suffisante.

Soupapes. — A chaque diffuseur correspond un système de trois ou quatre soupapes que l'on définit de la façon suivante :

1. *Soupape de circulation ou de communication.*
2. *Soupape à jus.*
3. *Soupape à eau.*

Dans certaines batteries on adjoint une quatrième soupape, ou bien celle-ci est adoptée pour remplacer la soupape à eau, c'est là :

4. *Soupape à air comprimé.*

Citons encore :

5. *Soupape à vapeur.*
6. *Soupape générale de jus.*
7. *Soupape générale d'eau.*
8. *Soupape générale de vapeurs.*

Ces soupapes sont commandées par une manette que manœuvre le chef de batterie (fig. 24).

Rôle des soupapes. — 1. SOUPAPE DE CIRCULATION OU DE COMMUNICATION. — Elle permet de faire passer le jus d'un diffuseur dans le suivant.

2. SOUPAPE A JUS. — Permet d'extraire le jus.

3 et 4. SOUPAPE A EAU ET SOUPAPE A AIR COMPRIMÉ. — Commandent la pression dans la batterie qui provoque la

circulation dans celle-ci. Ainsi que nous l'avons dit plus haut, outre ces soupapes qui sont les plus importantes, on

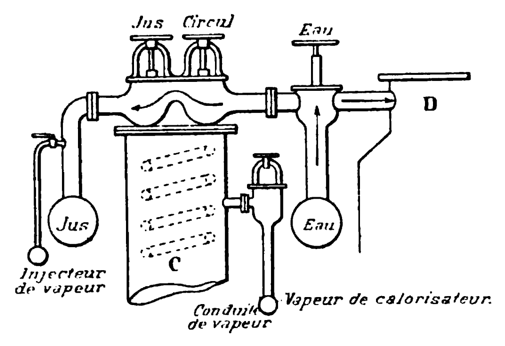


Fig. 24. — Ensemble des trois soupapes : eau, circulation et jus.

remarque encore une soupape de prise générale de vapeur, et diverses soupapes de prises particulières de vapeur ; une soupape générale pour le jus ; enfin une soupape générale pour l'eau ou l'air comprimé, permettant de faire varier la pression pour le débit plus ou moins grand, et partant obtenir une circulation plus ou moins rapide dans la batterie.

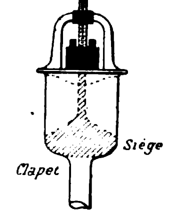


Fig. 25.

Nous donnons plus loin une vue schématique en plan, prise du haut de la batterie et montrant la disposition des soupapes. Nous donnons également un croquis de l'une de ces soupapes (fig. 25).

Tuyauterie. — Les diffuseurs sont reliés entre eux par des tuyaux qu'on peut classer ainsi :

1. *Une conduite d'eau* aboutissant d'une part à un réservoir d'eau en charge sur la diffusion et donnant la pression nécessaire à la circulation des jus de la batterie, d'autre part, et par une soupape dont nous avons parlé plus haut, dite soupape à eau, à la partie supérieure de chaque diffuseur.

2. *Une conduite de jus* communiquant d'une part avec la partie supérieure de chaque calorisateur par une soupape à jus, et d'autre part, par l'intermédiaire d'une soupage générale (voir plus haut) avec le bac mesureur du jus. Ces tuyauteries sont en fonte.

3. *Une conduite de vapeur* pour le chauffage des jus, et amenant la vapeur dans chacun des calorisateurs par une soupape *ad hoc* (voir plus haut).

Remarque. — Si l'on se sert d'injecteur on aura une autre tuyauterie de vapeur servant à l'injection. Si on utilise l'air comprimé on aura également une tuyauterie spéciale.

Batterie de diffusion. — L'ensemble de ces divers éléments groupés constitue la batterie de diffusion (fig. 26).

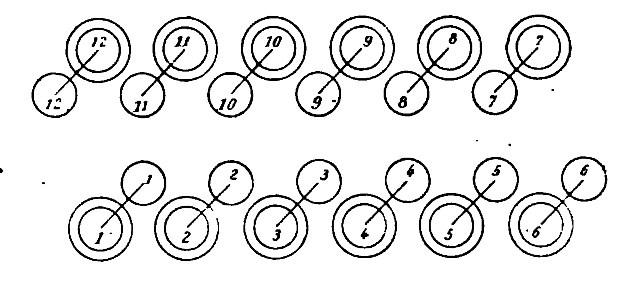


Fig. 26. — Schéma en plan d'une batterie sur deux lignes de 12 diffuseurs.

Nous donnons plus loin un ensemble schématique d'une diffusion dont nous supposons les diffuseurs rangés sur une seule ligne.

Proportions des tuyauteries. — Ainsi pour une batterie de 14 diffuseurs de 28 hectolitres de capacité.

1. Tuyauterie d'eau. . .	diamètre extér.,	15 cent.
2. Tuyauterie de jus. . .	—	15 —
3. Vapeur (calorisateur). .	—	8 —
4. Vapeur (injecteur). . .	—	3 —

Appareils accessoires. — Outre les appareils ci-dessus indiqués, chaque diffuseur porte sur son calorisateur un appareil indiquant la température de chauffage et permettant de régler ce chauffage. Cet appareil est nommé *thalpotassimètre*. Il est fixé sur chaque calorisateur. Il y a divers systèmes de thalpotassimètres, les uns basés sur la dilatation des solides, ce sont les moins sensibles, les autres en général à mercure, basés sur la dilatation des liquides. Ils sont d'un prix plus élevé, mais on doit les choisir de préférence.

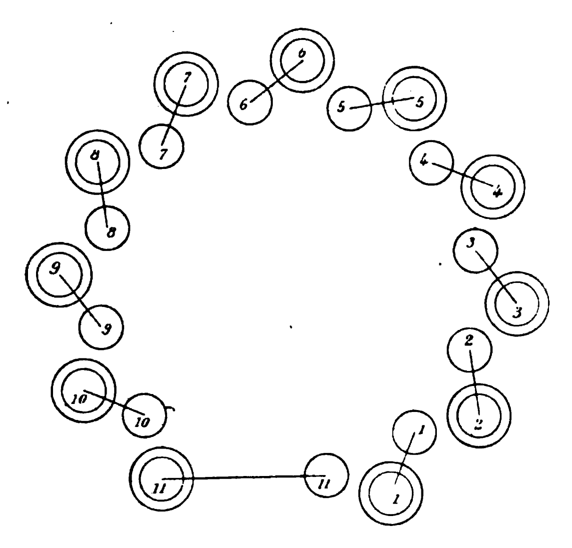


Fig. 27. — Schéma d'une batterie circulaire.

Ces thalpotassimètres devront porter les températures d'une façon très apparente. Ils devront être réglés avant chaque fabrication (Hydra).

Bacs jaugeurs. — Les jus sortant de la diffusion doivent être jaugés. Ce jaugeage est effectué dans des bacs dits *bacs mesureurs* ou *bacs jaugeurs*. Ces bacs sont en tôle, de forme carrée avec les coins arrondis ou mieux des bacs cylindriques et étroits. Un flotteur relié à une corde passant sur une

poulie puis à un curseur qui se déplace le long d'une échelle graduée permet de contrôler le volume du jus soutiré.

Contrôleur automatique. — Nous conseillons d'adjoindre au bac jaugeur un contrôleur automatique pour le jaugeage des jus. C'est un appareil enregistreur relié au flotteur et qui indique au moyen d'un graphique les variations de volumes dans le soutirage. Le contrôleur Horsin-Déon est fort bien compris et donne d'excellents résultats.

Remarque. — Les bacs jaugeurs *cylindriques* doivent être choisis de préférence aux bacs *cubiques*.

Filtration du jus de diffusion. — Bien qu'il y ait peu de sucreries qui pratiquent la filtration des jus de diffusion, nous estimons que c'est une excellente chose.

Le jus contient en effet des pulpes folles et diverses matières en suspension dont il y aurait intérêt à se débarrasser. Mais si on opère cette filtration elle doit se faire dans les conditions suivantes :

1° *A chaud;*

2° *Très rapidement.*

La maison Maguin construit également un *épulpeur à brosse* destiné à retenir les pulpes folles. L'épulpeur est placé entre la diffusion et le bac de jauge et se trouve intercalé dans la tuyauterie de soutirage. L'épulpeur est commandé par poulies et par engrenages.

Fosse de la diffusion. — Au-dessous de la batterie se trouve la fosse de la diffusion. Elle est destinée à l'évacuation des eaux et des cossettes épuisées tombant des diffuseurs.

La fosse est construite en maçonnerie et est cimentée. La pente doit être très forte afin de faciliter l'entraînement des cossettes.

Pour les batteries rectilignes on la dispose en *tranchée* avec une forte inclinaison.

Pour les batteries circulaires on peut la disposer soit en tranchée, soit en entonnoir (schéma) (fig. 28 et 29).

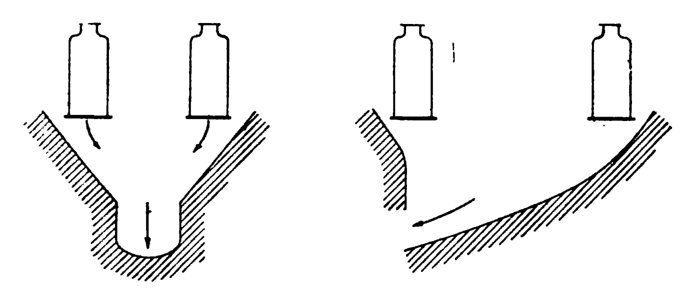


FIG. 28. — Fosse en tranchée FIG. 29. — Fosse en entonnoir.

Certaines sucreries sont cependant encore obligées de faire évacuer les cossettes épuisées à bras d'homme, ne possédant pas de fosse ou celle-ci étant mal disposée.

Presses à cossettes. — Lorsque la cossette a été suffisamment épuisée on vide le diffuseur qui la contenait. La cossette ainsi épuisée et vidée prend le nom de *pulpes*. Ces pulpes tombent dans la fosse. Comme elles sont très humides on ne peut songer à les livrer aux cultivateurs avant de les avoir desséchées en grande partie.

Pour leur enlever une partie de l'eau qu'elles renferment, on soumet les pulpes à une très forte pression dans des presses spéciales dites *presses à cossettes*.

La pulpe tombant du diffuseur dans la fosse est évacuée de celle-ci au moyen d'un entraîneur à hélice puis élevée au moyen d'un élévateur à godets perforés jusqu'à la hauteur des presses. Elles tombent alors dans une nochère où une nouvelle hélice d'entraînement la distribue aux presses.

Principe des presses à cossettes. — Toutes les presses à pulpes sont basées sur la pression sur une tôle perforée d'un arbre en forme de tronc de cône, amenant ainsi un rétré-

cissement graduel et croissant de l'espace réservé au passage des pulpes.

Les plus employées sont les presses Kluzemann, et les presses Bergreen.

1° *Presse Kluzemann.* — La pression y est produite par un cône en fonte portant des bras. Le cône tourne dans une chambre dont les parois sont constituées par un cylindre en tôle perforée. Le cône s'élargit du sommet à la base. Un second cône en fonte dont la base est opposée au premier et qui est fixe pénètre un peu dans la chambre. Il porte des écrous permettant de régler sa hauteur et partant de diminuer la section de passage pour les pulpes pressées. On peut donc par ce moyen augmenter ou diminuer la pression. Il va sans dire que plus la pression sera grande moins le débit de la presse sera grand.

2° *Presse Bergreen.* — Le cône principal est exactement semblable, mais au lieu de porter des bras il porte un hélicoïde venu de fonte avec l'arbre.

Elle fournit une plus grande puissance que les Kluzemann (fig. 30).

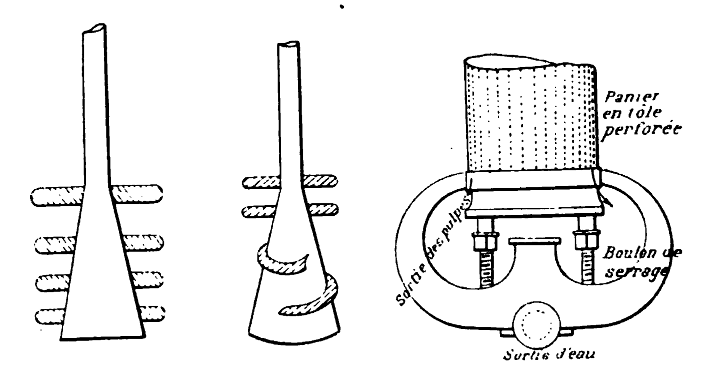


Fig. 30. — Presses à pulpes Kluzemann et Bergreen.

Ces deux presses sont mises en mouvement par un système de courroies et d'engrenages.

F. — ÉPURATION DES JUS.

Les jus tels qu'ils sortent des diffuseurs ou du bac mesureur ne peuvent être travaillés directement en vue de l'extraction du sucre qu'ils contiennent. Le sucre qui se trouve dans ces jus ne pourrait pas cristalliser. Or toutes les fois qu'un corps est susceptible de prendre une forme cristalline, c'est sous cette forme qu'on doit chercher à l'obtenir. C'est en effet sous cette forme que ce corps se trouve à son maximum de pureté.

Le sucre qui se trouve dans les jus de diffusion est en présence de matières étrangères qu'on doit éliminer pour permettre son extraction.

L'opération nécessaire, comme nous venons de le voir, qui consiste à séparer le sucre des matières étrangères qui se trouvent avec lui, constitue l'*épuration des jus*.

Principe général de l'épuration. — Ce principe est absolument général et peut s'appliquer à bien d'autres corps que les jus sucrés.

Étant donné un corps S se trouvant en présence de matières étrangères de diverses natures, organiques, minérales, etc. et que nous désignerons par des lettres :

$$a, b, c, d,$$

l'épuration a pour but de trouver un autre corps en dehors de ceux-ci, que nous désignerons par X, capable de s'unir aux divers corps a, b, c, pour donner les combinaisons,

$$Xa, Xb, Xc, Xd,$$

qu'on puisse facilement éliminer et séparer du corps à obtenir S.

Mais il peut arriver que le corps X s'unisse en même temps

au corps S lui-même en donnant le nouveau corps SX. Dans ce cas nous aurons :

1° A séparer le corps SX des corps X*a*, X*b* ;

2° A séparer le corps S et le corps X, c'est-à-dire à décomposer le corps SX.

Le corps X est dit le corps *épurant*.

En sucrerie le corps le plus généralement employé comme épurant des jus, c'est *la chaux*.

Or ce corps répond précisément au second cas de l'épuration, il s'unit à la fois au sucre et aux matières étrangères.

L'épuration comprendra donc 2 parties :

1° Séparation des matières étrangères au sucre, combinées à la chaux, et du sucre également combiné à celle-ci (sucrate).

2° Séparation du *sucre* et de *la chaux*.

La 1re partie constitue le *chaulage des jus* (défécation).

La 2e — la *carbonatation des jus*.

Comme la chaux est préparée et obtenue directement dans les sucreries, nous allons étudier d'abord sa préparation.

G. — PRÉPARATION DE LA CHAUX EN SUCRERIE.

1. Pierre à chaux. — La chaux employée en sucrerie en vue de l'épuration des jus est obtenue par le traitement de certaines pierres, très abondantes dans la nature, et appelées *pierres à chaux* ou calcaires ou *marne* ou *craie*. Le marbre est également un calcaire. Ces pierres sont tantôt d'une couleur blanche peu dure, tantôt d'une couleur grise (on l'appelle alors *pierre bleue*) et très dure.

Composition du calcaire et du coke. — On devra rechercher comme pierre à chaux la plus pure en carbonate de chaux.

La pierre à chaux devra renfermer un minimum de 95 pour 100 de $CaOCO^2$ pur. On peut avoir souvent du 98 et même du 99 pour 100. On écartera les pierres contenant de la

silice ou du fer en quantité notable ainsi que les pierres riches en sulfate de CaO qui produisent des incrustations dans les appareils d'évaporation. Le coke sera aussi pur que possible. Il ne sera pas sulfureux et ne laissera par incinération qu'un maximum de 7 à 8 pour 100 de cendres.

Ces pierres sont presque exclusivement composées de carbonate de chaux.

Si on les calcine elles se décomposent en acide carbonique qui se dégage et en chaux qui reste comme résidu.

Cette calcination des pierres à chaux se fait en sucrerie dans des appareils spéciaux dits *fours à chaux*.

Ils sont essentiellement constitués par un réservoir recevant la pierre à chaux, réservoir qui peut être ouvert ou fermé selon les besoins, et une source de chaleur nécessaire à la décomposition de la pierre.

2. *Fours à chaux de sucrerie.* — 1. Théorie du four à chaux. — Le four à chaux a pour but de fournir :

1° La chaux nécessaire pour le chaulage du jus ;

2° L'acide carbonique pour la carbonatation du jus.

Tous les fours à chaux employés sont à *marche continue* et du *type coulant*.

La pierre à chaux se trouve calcinée dans un récipient clos. La forme du four est telle que la masse calcinée puisse descendre et *couler* au fur et à mesure que l'on charge le four. Si l'intérieur du four avait des parois trop verticales il se produirait une débâcle dans les lits de pierre. Si au contraire ces parois étaient trop arrondies ou insuffisamment inclinées, le four ne coulerait pas.

On comprend donc comment on a été conduit à chercher pour les fours des formes vraiment rationnelles et répondant au but cherché.

La réaction qui se passe dans un four à chaux est très simple.

Sous l'influence de la chaleur, le carbonate de chaux se

décompose en chaux qui reste comme résidu et en acide carbonique qui se dégage et qu'on aspire dans le four :

$$CO^3Ca = CO^2 + CaO.$$

Si la pierre à chaux est mauvaise il se formera d'autres combinaisons telles que des silicates, des composés d'alumine, etc.

2. Différents types de fours à chaux pour sucrerie. — Les divers types de fours à chaux pour sucrerie peuvent se classer de la façon suivante :

a. Fours intermittents. — 1. Cornues ; 2. Fours.

b. Fours continus-coulants. — 1. Fours sans foyers ou à foyer direct ; 2. Fours à foyers extérieurs latéraux, non gazogènes. 3. Fours à foyers extérieurs et gazogènes.

Nous ne parlerons pas des fours intermittents dont les sucreries ne font plus usage.

Fours continus-coulants. — 1. FOUR SANS FOYER OU A FOYER DIRECT. — Dans ce modèle de four, la source de chaleur, fournie par la combustion du coke ou de l'anthracite, se trouve absolument en contact direct avec la pierre à chaux, le coke se trouvant en effet mélangé avec celle-ci.

Le four est en briques analogue, de la forme des hauts fourneaux employés en métallurgie du fer.

Une ouverture dans le haut permet le chargement de la pierre et une ou plusieurs autres ouvertures dans le bas permettent de retirer la chaux après la calcination de la pierre. Enfin le gaz carbonique qui se dégage et qui est indispensable en sucrerie sort du four à sa partie supérieure, par une tuyauterie spéciale.

La porte ou les portes de vidange du bas du four peuvent se trouver soit sur le fond même, soit sur le pourtour, latéralement.

Le fond, dans le cas où il y a une seule porte de vidange, est fermé par des barreaux mobiles en fer qui laissent passer

l'air en ce point pour le tirage. Les chaufourniers, en remuant ces barreaux plus ou moins, font tomber la chaux.

La fermeture du haut du four qui doit être à peu près hermétique se fait à l'aide d'un système « Cupe and cone ». C'est un entonnoir renversé, en tôle, venant s'appliquer exactement sur les bords du four. Un levier en permet la manœuvre.

La forme intérieure, c'est-à-dire le profil des fours à chaux, est très variable. Nous donnons ci-dessous quelques profils de fours à chaux (fig. 31).

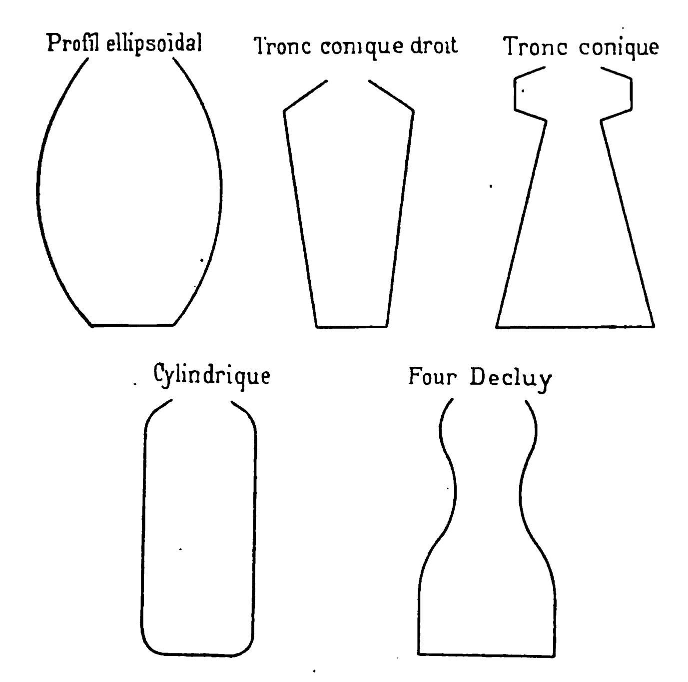


Fig. 31. — Profils de fours à chaux.

La forme à adopter est la forme *tronconique*.

2. Four a foyers extérieurs. — Dans ce genre de four le combustible ne se trouve pas en présence de la pierre à

chaux. Il est brûlé dans un ou plusieurs foyers extérieurs. La chaleur produite est dirigée dans la cuve du four par des carnaux en briques réfractaires.

3. Fours a foyers gazogènes. — Dans ce type de four qui se répand tous les jours un peu plus en sucrerie, le combustible solide est transformé en combustible gazeux qui s'enflamme et qui par sa combustion provoque et produit la calcination de la pierre à chaux.

Il se compose naturellement du four lui-même d'une part qui reçoit la chaux, du foyer gazogène d'autre part.

On règle la marche du foyer de façon à avoir le plus de gaz combustibles possible, c'est-à-dire de l'oxyde de carbone, des carbures d'hydrogène et de l'hydrogène et obtenir ainsi du combustible le meilleur rendement.

On a ainsi transformé le combustible solide en un combustible gazeux, bien plus commode à employer et qui permet de plus d'obtenir une température beaucoup plus élevée.

Enfin comme autres avantages il fournit de la chaux pure et exempte de cendres.

Ces fours sont des fours à *marche intensive* ; de plus le volume utile du four étant uniquement occupé par la pierre à chaux, la capacité totale du four à chaux peut être très réduite.

Composition du calcaire et du coke. — On devra rechercher comme pierre à chaux la plus pure en carbonate de chaux.

La pierre à chaux devra renfermer un minimum de 95 pour 100 de carbonate de chaux pur et même 98 pour 100.

On devra écarter les pierres renfermant beaucoup de silice et d'oxyde de fer. Enfin les pierres à teneur élevée en sulfate de chaux provoquent des incrustations dans les appareils d'évaporisation.

Le coke doit être *lavé* et aussi pur que possible. Il ne doit

pas être sulfureux et ne laisser par incinération qu'un maximum de 7 à 8 pour 100 de cendres. Il se produit en effet ainsi du H^2S quand la quantité d'air est insuffisante pour brûler le gaz complètement.

Épuration du gaz carbonique. — Le gaz carbonique tel qu'il sort du four à chaux contient des poussières entraînées et diverses autres impuretés telles que des matières empyreumatiques, des composés sulfurés gazeux, etc., de plus il est chaud et il est bon de l'avoir froid pour l'employer à la carbonatation.

1. Epoussiéreur. — On fera traverser au gaz un cylindre en tôle muni de plaques perforées servant d'époussiéreur, il doit être visité et nettoyé.

2. Laveur. — Le gaz passera dans le laveur où il se refroidira en abandonnant les impuretés solubles ou en suspension.

En général ces laveurs sont en tôle munis de plaques en tôle perforée; un courant d'eau circule dans le laveur en sens inverse de celui du gaz. L'eau est constamment renouvelée. Un trop-plein maintient le niveau constant.

Quelques usines emploient 2 laveurs. C'est une bonne chose.

3. Sécheur. — Enfin le gaz traverse en général un récipient en tôle où il abandonne l'eau qu'il a pu entraîner dans son passage dans le laveur.

L'eau s'écoule par une tubulure spéciale.

Nous donnons ci-dessous un ensemble schématique du four à chaux et des appareils nécessaires à son opération (fig. 32).

Gaz carbonique. — Son évacuation du four. — Pompes à gaz. — Comme nous l'avons dit, la pierre à chaux est traitée en sucrerie à un double point de vue.

1. Pour l'obtention de la chaux.
2. Pour la production du gaz carbonique.

Le gaz carbonique produit par la calcination de la pierre à chaux est aspiré dans le four au moyen d'une pompe à vapeur à double effet, aspirante et refoulante, qu'on nomme simplement *pompe à gaz* ou *machine à gaz*.

Cette pompe aspire, d'une part dans le four, à la partie supérieure en général, et refoule le gaz dans les chaudières de carbonatation.

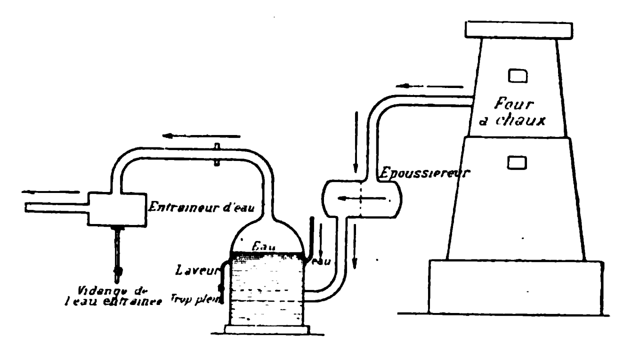


Fig. 32. — Ensemble schématique d'un four à chaux.

Ces pompes sont à tiroirs plans ou à clapets, mais les plus répandues sont les pompes à tiroirs plans.

La disposition du tiroir des machines à gaz est le contraire de celle du tiroir d'une machine à vapeur.

La conduite de refoulement est en tôle, elle doit avoir une large section. Elle est terminée par une soupape de sûreté équilibrée pour permettre l'expulsion au dehors du gaz, dans le cas où on en a un excès ou que l'on est obligé d'arrêter.

La pompe à gaz est à vapeur avec volants pour régulariser le mouvement.

H. — ÉPURATION DES JUS. DÉFÉCATION. CARBONATATION.

1. Défécation. Emploi de la chaux. — La chaux telle qu'elle sort du four à chaux est dite *chaux anhydre* ou *chaux vive*. Elle a la propriété d'absorber très facilement l'eau. Cette

absorption qui est une véritable combinaison est accompagnée d'un grand dégagement de chaleur.

Quand la chaux a absorbé la quantité d'eau nécessaire pour former l'hydrate de chaux, elle est dite *chaux éteinte.*

Si on ajoute une nouvelle quantité d'eau à *la chaux ainsi éteinte* on obtient de la chaux *en pâte,* enfin si on dilue encore par l'addition d'eau on obtient un liquide appelé *lait de chaux.*

La chaux en sucrerie est employée sous différentes formes qu'on peut ainsi classer :

1. À L'ÉTAT SOLIDE. — *Poudre* ; *morceaux* (chaulage anhydre) ; *pâte.*

2. À L'ÉTAT LIQUIDE. — En dilution dans l'eau sous forme de *lait de chaux.*

Extinction de la chaux. — La chaux est éteinte soit avant son utilisation pour le chaulage des jus, soit directement dans les jus auxquels elle est ajoutée.

1. CHAULAGE EN POUDRE. — L'emploi de la chaux en poudre est fort peu répandu en France et en Belgique.

On ne l'emploie guère qu'en sucraterie pour séparer le sucre à l'état de sucrate de calcium.

On la pulvérise au moyen de moulins à cylindres, puis on l'éteint avec la quantité d'eau strictement nécessaire à son extinction. On l'ajoute en quantité convenable, qu'on détermine par pesée, aux jus. On adjoint en général un tamiseur (chauleur Lacouture).

2. CHAULAGE ANHYDRE OU EN MORCEAUX. — Ce mode de chaulage tend de plus en plus à se généraliser.

La chaux en morceaux telle qu'elle sort du four à chaux est distribuée soit directement, soit au moyen d'un distributeur dans un panier en tôle perforée, qui se trouve plongé instantanément dans le jus. Ce panier est en général entraîné dans un mouvement de rotation qui a pour effet de rendre la masse homogène et de faciliter la dilution de la chaux dans le jus. Le type de ce genre de chauleurs est le chauleur Kœnig construit par la maison Maguin.

Remarque. — Avec la chaux en morceaux, on chaule moins régulièrement que par le lait de chaux, à cause des variations de poids de la chaux restant sur le tamis, on a tantôt 2 pour 100, tantôt 4 pour 100 et parfois 10 pour 100.

3. Chaulage en pate. — Comme pour l'emploi de la chaux en poudre, ces chauleurs sont constitués par : 1° un *hydrateur* ; 2° un *tamiseur*.

Nous ne décrirons pas de systèmes relatifs à ce mode de chaulage, car les appareils sont identiques aux chauleurs en poudre (type Lacouture).

4. Chaulage sous forme de lait de chaux. — Le lait de chaux est *préparé* dans beaucoup de sucreries d'une façon très primitive.

En général, c'est un bac ou une série de plusieurs bacs en tôle de sections rectangulaires ou demi-circulaires. On y verse directement la chaux sortant du four à chaux, puis on procède à l'extinction par de l'eau, enfin on dilue pour l'amener au degré voulu, avec de l'eau et du petit jus (fig. 33).

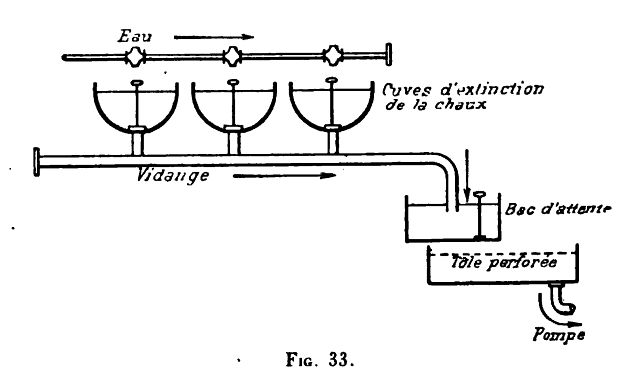


Fig. 33.

Tantôt ces bacs sont munis d'un agitateur mécanique, tantôt au contraire les ouvriers sont obligés de mouvronner eux-mêmes pour rendre la masse homogène.

On adjoint en général un tamis que traverse le lait de chaux et qui retient toutes les impuretés.

Tous les appareils destinés à préparer la chaux avant son emploi dans le jus se trouvent, logiquement d'ailleurs, à proximité du four à chaux.

Distribution de la chaux dans les jus. — Les bacs où doit s'opérer le mélange des jus et de la chaux se trouvant généralement à une assez grande distance du four à chaux, il est nécessaire de transporter la chaux sous la forme employée dans les bacs où doit s'opérer le chaulage.

Nous ne nous occuperons que de la chaux sous forme de lait comme moyen de chaulage.

Pour amener le lait de chaux du four à chaux, on utilise actuellement deux moyens :

1. Les *monte-jus* ; 2. les *pompes*.

1. Monte-jus. — Le monte-jus n'est autre qu'une pompe foulante sans piston et dont le refoulement est provoqué par une pression de vapeur (ou d'air comprimé) agissant directement sur la surface du liquide à refouler.

Il est essentiellement constitué par un récipient en tôle (fig. 34).

Le fond est concave et se trouve rivé à la partie cylindrique.

Il en est de même du dôme supérieur.

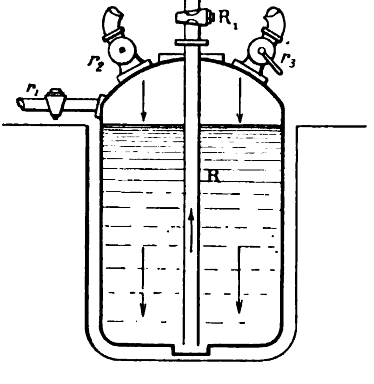


Fig. 34.

Un tube vertical traverse tout le récipient de haut en bas et plonge jusqu'au fond.

Enfin, une tuyauterie spéciale se trouve sur le côté ou sur le haut et au moyen d'un robinet permet l'arrivée du lait de chaux dans le monte-jus.

Une autre tuyauterie aboutissant au monte-jus par un *pié-*

tement rivé sur le dôme et commandée par un robinet permet d'introduire la vapeur. Enfin une dernière conduite en communication d'une part par le bas avec le ballon, et d'autre part avec l'atmosphère par le haut, permet de détruire la pression existant dans le ballon quand le lait de chaux a été refoulé. Un nouveau remplissage peut alors être effectué.

Le tuyau de refoulement R doit avoir un diamètre suffisant.

Les tôles seront calculées pour une pression égale à une fois et demie celle des générateurs.

Avantages. — Le monte-jus nécessite peu de place, il est d'un maniement facile.

Inconvénients. — Grande dépense de vapeur. La vapeur ne pouvant être utilisée pour les retours, le monte-jus devant être en communication avec l'atmosphère pour détruire la pression existant dans le ballon et permettre un nouveau remplissage, on peut économiser un peu de vapeur en y adjoignant un détendeur de vapeur.

Enfin, comme dernier inconvénient, si les tuyauteries sont d'un diamètre insuffisant, elles peuvent s'obstruer.

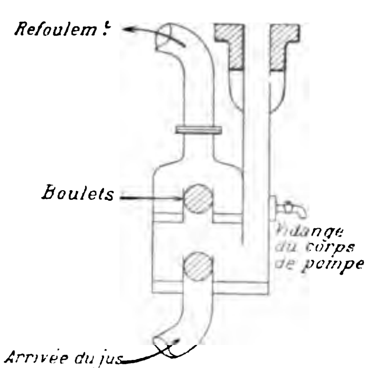


Fig. 35. — Pompe à piston plongeur.

Les pompes sont de beaucoup préférables à tous les points de vue.

2. Pompes. — Les pompes pour lait de chaux doivent être très solides et très simples. Elles sont, soit à double effet, c'est-à-dire aspirantes et foulantes, soit à simple effet. c'est-à-dire simplement foulantes, le bac à lait de chaux se trouvant, dans ce dernier cas, en charge sur la pompe.

Il existe divers types de pompes à cet usage.

I. — Le *type le plus simple,* dit à piston plongeur, est

constitué par un piston creux en partie, se déplaçant verticalement au moyen d'une bielle fixée d'une part au piston et d'autre part au volant de commande; le piston se déplace dans un cylindre placé verticalement qui n'est autre que le corps de pompe, et produit le refoulement. C'est donc une pompe simplement refoulante.

Le lait de chaux se rend directement par différence de niveau.

II. — Nous citerons simplement comme second type les systèmes de pompes Worthington, Burton, Vauthier, Moret, Wegelin et Hubner, etc., pompes à double effet dont nous parlerons plus loin.

Chaulage des jus. Défécation. — Que l'on emploie la chaux sous forme de lait, de chaux anhydre, ou de chaux en poudre ou en pâte, l'expérience montre que la quantité de chaux, quoique variable suivant la composition des jus, leur pureté, etc., doit être néanmoins comprise entre certaines limites. C'est ce que nous verrons plus loin. Le lait de chaux refoulé par une pompe ou par un monte-jus arrive dans un bac d'attente fermé ou ouvert, en général muni d'un agitateur afin de maintenir l'homogénéité dans la masse (malaxeur).

C'est en somme un préparateur de chaux.

Le chaulage proprement dit, c'est-à-dire le mélange du jus et du lait de chaux en proportions convenables, se fait, soit dans un ou plusieurs bacs spéciaux, munis d'agitateurs mécaniques, soit encore directement dans les chaudières de carbonatation.

Ce dernier mode est à peu près abandonné, pour la première carbonatation tout au moins, et la plupart des sucreries possèdent un atelier spécial de chaulage.

Atelier de chaulage. — L'atelier de chaulage doit se trouver, autant qu'il est possible, à proximité de la diffusion.

Il est en général constitué par un ou plusieurs bacs placés côte à côte. La tuyauterie amenant le lait de chaux se prolonge au-dessus de ces bacs et à chacun d'eux correspond sur

la conduite un robinet permettant d'introduire le lait de chaux, c'est-à-dire une prise de lait de chaux. Une seconde tuyauterie passe également au-dessus des bacs, elle est destinée au jus venant du bac mesureur de la diffusion. Des prises correspondent également à l'arrivée du jus dans chaque bac. Enfin, sur la tuyauterie du jus on place généralement un panier en tôle perforée destiné à retenir les diverses impuretés, pulpes folles, etc., se trouvant dans le jus. Si on possède un épulpeur, il sera, bien entendu, inutile d'utiliser le panier.

Ces divers bacs sont toujours munis d'agitateurs mis en mouvement par un système de transmission et d'engrenages.

La vidange des jus chaulés s'effectue par la base des bacs au moyen de vannes commandées par des volants.

Conduite du chaulage. — Ainsi que nous l'avons dit plus haut, la quantité de chaux ajoutée au jus n'est pas quelconque, elle est comprise entre certaines proportions.

La quantité de chaux réelle ajoutée aux jus est *toujours évaluée* par rapport à 1 *hectolitre de ces jus.*

La proportion de chaux adoptée pour le chaulage des jus varie de 2 kilogrammes à 3 kilogrammes de chaux par hectolitre de jus.

Pour arriver à avoir dans les jus une quantité sensiblement constante de chaux il est deux moyens à notre choix :

1. Moyen empirique. — On s'attache à avoir un lait de chaux d'une composition sensiblement constante, c'est-à-dire contenant toujours sensiblement pour un même volume la même quantité de chaux (nous verrons comment on y arrive plus loin). Ayant un lait de chaux constant, on détermine le volume de ce lait nécessaire pour produire la défécation d'un volume donné de jus de diffusion.

Pratiquement on place au-dessus du bac de chaulage un mesureur muni d'un flotteur à échelle graduée en hectolitres, ou simplement d'un index fixant le volume de lait de chaux à employer. Quelquefois les mesureurs sont munis d'un agi-

tateur afin d'éviter le dépôt de la chaux et destiné à maintenir l'homogénéité dans le lait. Nous verrons plus loin comment on réalise le contrôle de ce moyen de chaulage.

2. Chaulage automatique. — Balance Cerny-Stolc. — L'emploi de la balance Cerny-Stolc se généralise tous les jours en sucrerie, car elle est très commode et donne d'excellents résultats.

Elle règle automatiquement la quantité de lait de chaux à ajouter aux jus pour avoir une quantité sensiblement constante de chaux réelle par hectolitre de jus, quelle que soit la densité ou le degré de dilution du lait de chaux employé.

Principe de la balance. — Le principe sur lequel elle repose est le principe connu de tous, le principe d'Archimède (fig. 36).

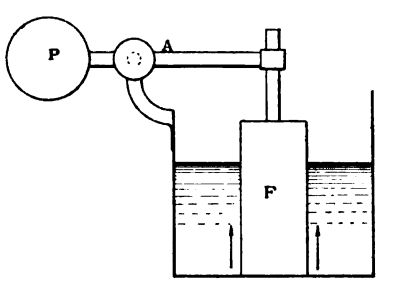


Fig. 36.

Réduite à ses éléments essentiels, elle se compose d'un flotteur métallique F qui plonge dans le liquide. Ce flotteur porte une tige à l'extrémité de laquelle se trouve suspendu un contrepoids. Cette tige est mobile autour d'un point fixe A. Au-dessus du flotteur se trouve également une petite chape permettant d'y placer des masses additionnelles en plomb ou en fer. Cette tige joue en somme le rôle du fléau dans une balance ordinaire.

Le bac qui reçoit le lait de chaux est cubique, mais il est préférable qu'il soit *cylindrique.* Il est séparé en deux parties par une cloison en tôle qui porte une vanne qu'on peut lever à volonté.

Le trop-plein du premier compartiment déborde par la vanne dans le second.

Dimensions d'une balance. — Par exemple pour une usine

travaillant de 300 à 350 tonnes on aura les proportions suivantes (fig. 37) :

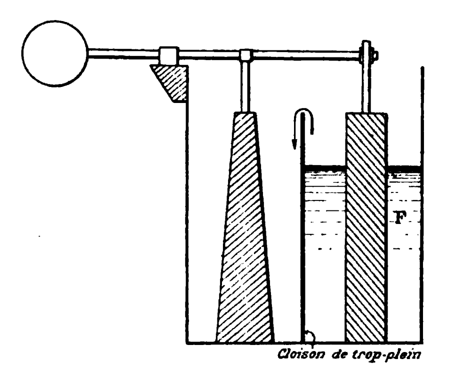


Fig. 37. — Balance Cerny-Stolc.

a) Bac.	hauteur. . .	1 mètre	capacité totale = 20 hectolitres.
	largeur. . .	2 mètres	
	profondeur. .	1 mètre	

b) Balance (voir fig. 36) (fig. 38).

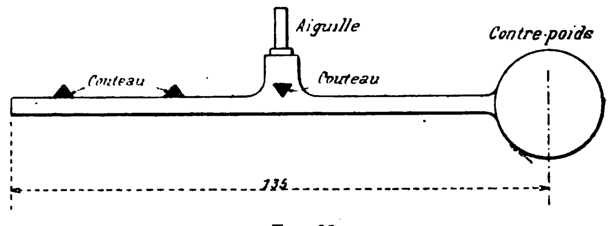


Fig. 38.

Réglage de la balance. — Avant la mise en route on procède au réglage de la balance. Nous verrons comment on l'effectue, dans la suite.

Carbonatation. — Les jus, après avoir reçu un chaulage convenable dans les bacs disposés à cet effet, sont refoulés, ou se rendent naturellement soit dans les chaudières de carbonatation où s'effectuera la seconde opération de l'épuration

des jus, soit encore dans un ou plusieurs bacs d'attente situés en charge sur les chaudières de carbonatation. Généralement le jus traverse sur son passage un ou plusieurs appareils appelés *réchauffeurs* destinés à le porter à une certaine température. Ces réchauffeurs sont parfois groupés côte à côte et constituent alors une *batterie de réchauffeurs*.

Réchauffeurs. — Les réchauffeurs employés sont presque tous du type *tubulaire*.

Un réchauffeur est essentiellement constitué par un réservoir où pénètre le jus ; dans ce même réservoir se trouve une conduite (serpentins, faisceau tubulaire), où circule la vapeur qui doit réchauffer le jus.

Le jus traverse les tubes, dans le cas des réchauffeurs tubulaires, tandis que la vapeur circule dans les espaces intertubulaires.

Enfin on distingue :

1° Réchauffeurs a circulation simple. — Où le jus ne passe qu'une fois dans le réchauffeur. Par exemple entrant par le bas, il sort par le haut.

2° Réchauffeurs a circulations multiples. — Le jus passe plusieurs fois dans le réchauffeur, ce qui donne une meilleure utilisation de l'appareil.

Les tubes des *réchauffeurs tubulaires* sont mandrinés sur des plaques tubulaires qui les supportent. Ils sont généralement en laiton.

Les réchauffeurs sont généralement chauffés avec les vapeurs de retour du triple-effet. On y a adjoint quelquefois une prise de vapeur directe pour suppléer, si c'est nécessaire au manque de chauffage.

Nous donnons ci-dessous un croquis schématique d'un réchauffeur de jus (fig. 39).

Bac d'attente. — Le jus chaulé est généralement refoulé directement, soit dans les chaudières de carbonatation, soit plus généralement dans un ou plusieurs bacs d'attente avant la carbonatation.

Ces bacs seront disposés en charge sur les chaudières, c'est-à-dire à un niveau supérieur. La différence de niveau devra être de 2 mètres au minimum, entre le fond du bac et le niveau d'entrée du jus dans la chaudière de carbonatation.

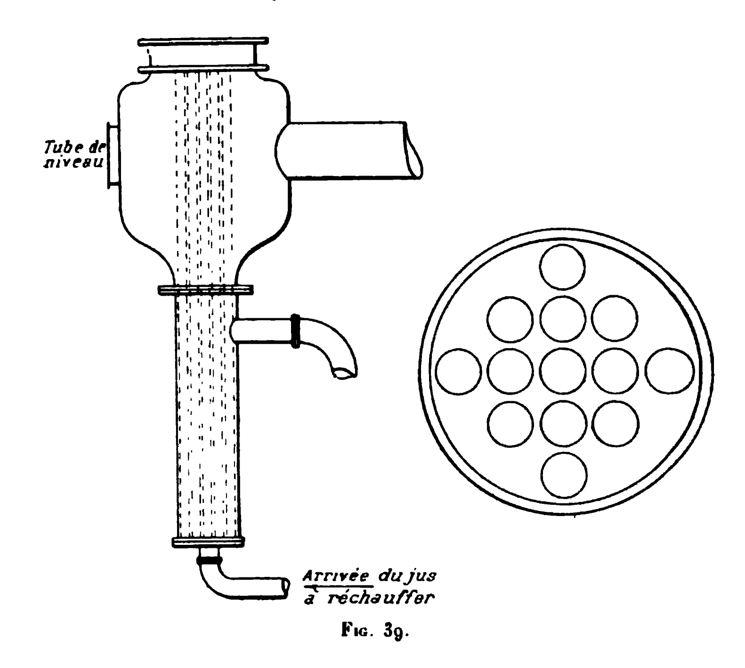


Fig. 39.

La contenance totale de ce bac ou de ces bacs doit être égale à *la moitié* de la contenance totale des diffuseurs de la batterie.

Ainsi soit une batterie de 14 diffuseurs de 28 hectolitres de capacité utile ; le bac devra avoir comme contenance minimum :

$$\frac{14 \times 28}{2} = 196 \text{ hectolitres, soit } 200 \text{ hectolitres.}$$

Tout cela n'a cependant rien d'absolu et ces chiffres sont variables.

Le bac d'attente est en tôle, de forme cubique. Il sera muni d'agitateurs mécaniques et d'un trop-plein ramenant le jus en excès dans les bacs de chaulage.

Enfin il sera bon également de munir ces bacs d'attente d'un système de chauffage à la vapeur pour maintenir les jus chaulés, chauds.

Première carbonatation. Chaudières de carbonatation. — L'opération de la carbonatation, qui est la seconde opération de l'épuration des jus, a pour but de séparer la chaux et le jus sucré.

Cette séparation est basée sur l'action du gaz carbonique sur lui ; ce gaz s'unit à la chaux pour former du carbonate de chaux, tandis que le jus sucré se trouve épuré.

La carbonatation s'effectue dans des appareils qu'on désigne d'une façon générale sous le nom de *chaudières de carbonatation.*

Toute chaudière comprend essentiellement :

1. *Un récipient recevant le jus chaulé.*
2. *Un système permettant de distribuer le gaz carbonique dans le jus.*
3. *Un système de chauffage du jus.*
4. *Un système d'évacuation pour l'excès de gaz non utilisé.*
5. *Un système de vidange pour le jus après la carbonatation.*

Différents types. — On peut rapporter tous les divers types de chaudières à carbonater à deux types principaux :

1. *Types de chaudières carrées ou cubiques.*
2. *Types de chaudières rondes ou cylindriques* à formes hautes.

Quelle que soit la forme des chaudières, elles sont généralement en tôle ; le fond seul est en fonte et porte le tuyau d'évacuation pour la vidange du jus.

Le second type est beaucoup plus récent et il est généralement adopté par toutes les nouvelles usines ou par les anciennes qui améliorent leur matériel.

Ce second type présentant une hauteur de jus dans la chaudière, beaucoup plus grande que dans le premier, permet une utilisation beaucoup plus complète du gaz carbonique et partant plus rapide.

Nous donnons ci dessous une vue schématique de ces deux types de chaudières (fig. 40 et 41).

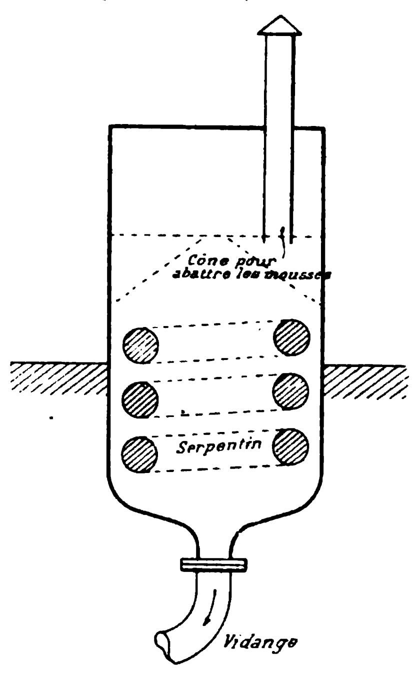


Fig. 40.

Proportions. — Pour les usines qui n'ont pas la carbonatation continue, le volume utile des chaudières pour la première carbonatation doit être sensiblement égal à la contenance du bac d'attente des jus chaulés, c'est-à-dire égal à la moitié de la capacité totale des diffuseurs. Le volume total des chaudières sera environ égal à 3 fois le volume utile pour chaque chaudièce.

La hauteur de chaque chaudière sera égale, *pour le type cylindrique,* à 3 *fois* le diamètre environ.

h compris entre 2.75 d et 3.5 d.

Le serpentin de chauffage aura une surface de chauffe de 1 mètre à 1^{m},10 par 10 hectolitres de contenance utile.

Enfin il sera avantageux d'employer 3 ou 4 chaudières en première carbonatation et 2 ou 3 pour la seconde. Il vaut mieux avoir toujours une chaudière en nettoyage sans ralentir la marche normale.

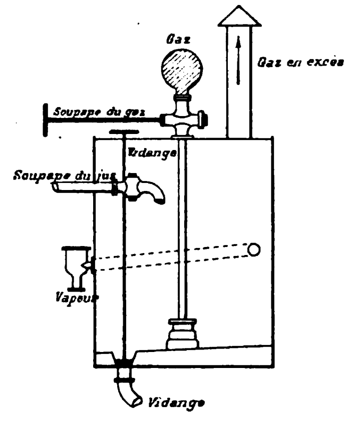


Fig. 41.

Émousseur. — On distingue plusieurs genres d'émousseurs, les plus répandus et les plus pratiques sont :

1° *Émousseur à vapeur ou émousseur Évrard ;*

2° *Émousseur mécanique ou à palettes ;*

3° *Émousseur au beurre de coco* (ou graisse spéciale).

L'émousseur à vapeur présente un inconvénient, c'est qu'il dépense énormément de vapeur. C'est cependant le plus commode.

L'émousseur mécanique est constitué par des palettes qui tournent dans le jus.

Enfin le beurre de coco qu'on emploie partout pour abattre les mousses est employé pour suppléer aux deux autres qu'il ne peut remplacer. — Le beurre de coco est versé soit à la cuillère (louche), soit au moyen d'un injecteur spécial.

Carbonatation continue. — On a tenté ces derniers temps au moyen de différents systèmes de rendre l'opération de la carbonatation une opération continue. Malgré les résul-

tats donnés par plusieurs usines, ce nouveau mode de carbonatation ne s'est pas encore généralisé.

Certaines usines ont cependant modifié leur marche normale à la carbonatation et tenté le nouveau système. Nous citerons seulement :

1. CARBONATATION CONTINUE PAR DÉVERSEMENTS SUCCESSIFS. — Ce mode de carbonatation continue a un avantage, c'est qu'il n'exige pas un nouveau matériel.

Le jus chaulé arrive dans la première chaudière où il commence à se carbonater, il se déverse par un trop-plein dans la seconde chaudière où il continue de se carbonater ; enfin l'opération s'achève dans la troisième chaudière.

M. Naudet a très heureusement modifié ce système en changeant le mode de distribution du gaz dans le jus et obtient un excellent résultat avec une seule chaudière ne contenant que 1 pour 100 du volume total du jus à carbonater.

Nous en parlerons plus loin.

2. SYSTÈMES REBOUX, HORSIN-DÉON, CAMUSET, ETC. — *a. Système Reboux.* — Le carbonateur Reboux est constitué par une série de tubes en fonte assemblés deux à deux en forme de V. Les prises de gaz carbonique se trouvent placées dans l'angle des tubes formant V.

Le jus et le gaz suivent une marche parallèle et le jus se carbonate au fur et à mesure de son passage dans les tubes.

b. Horsin-Déon. — Ce système repose à peu près sur la même idée. L'appareil est construit comme un filtre-presse ; le jus et le gaz cheminent simultanément, mais en sens contraire ; c'est en somme un barbotage forcé du gaz et du jus.

c. Système Lambois-Camuset. — Ce système a été installé à la sucrerie d'Escaudœuvres il y a quelques années. Le gaz carbonique arrive en pluie dans les jus et produit une carbonatation très rapide. Le jus chaulé est pulvérisé dans une enveloppe à laquelle arrive continuellement le CO^2.

Nous citerons également les carbonateurs continus Desmet et Brancourt, Vivien, etc, enfin le carbonateur continu de

M. Hignette, qui est un carbonateur centrifuge. La carbonatation s'opère dans une turbine construite dans ce but.

d. Système Naudet. (Voir à la fin du volume.)

I. — FILTRATION DES JUS TROUBLES.

Après la première carbonatation les jus sont vidés des chaudières et se rendent en général dans un bac d'attente, dit *bac mélangeur de jus troubles.*

Autrefois on pratiquait la décantation des jus, mais cette pratique est aujourd'hui presque complètement abandonnnée, avec raison d'ailleurs.

Le système de la filtration des jus de première carbonatation comprend :

1. *Un bac mélangeur et d'attente pour les jus troubles ;*
2. *Une pompe à double effet ou à simple effet selon les cas ;*
3. *Une batterie de filtres-presses ;*

Enfin certaines sucreries pour avoir une filtration plus complète font une seconde filtration dans des :

4. *Filtres mécaniques.*

1. Bac mélangeur de jus troubles. — Ce bac mélan-

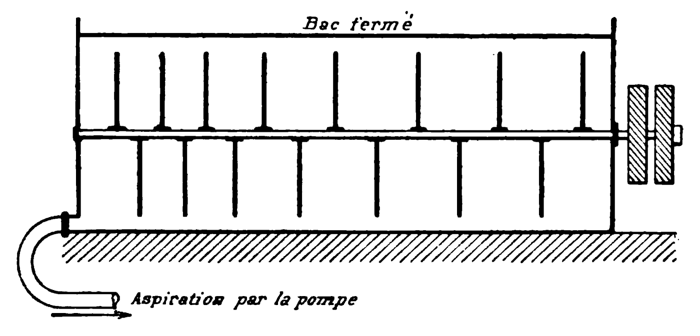


Fig. 42. — Bac mélangeur.

geur est un bac en tôle muni d'un système d'agitateurs mé-

caniques afin d'éviter, contrairement à ce que l'on faisait dans le travail par décantation, que les matières solides en suspension dans les jus se précipitent et décantent.

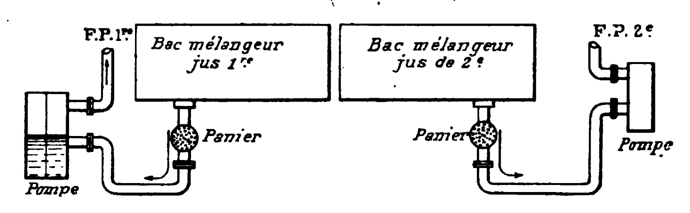


Fig. 43. — Schéma indiquant la disposition des bacs mélangeurs de première et de deuxième carbonation.

Ce bac devra avoir une contenance utile égale au minimum à 2 fois la contenance utile des chaudières à carbonater.

Il devra être fermé.

Enfin si on le peut il sera placé en charge sur la pompe devant refouler le jus aux filtres-presses (fig. 42 et 43).

2. Pompe refoulant le jus aux filtres-presses ou pompe à écumes. — Ces pompes devront être très robustes ; on peut les classer ainsi :

1. *Pompes automatiques.* { Types Cail ; Fives-Lille ; Wegelin et Hubner.

2. *Pompes libres.* — *Horizontales.* Types Worthington ; Wauthier ; Burton ; Moret. *Verticales.* Types Gandillon ; etc.

Nous ne décrirons aucun de ces types car les pompes seront étudiées spécialement dans un chapitre spécial.

Disons cependant qu'il sera bon de placer sur le tuyau d'aspiration un panier destiné à retenir les matières solides qui pourraient abîmer et obstruer les organes de la pompe.

Les pompes automatiques sont préférables.

3. Filtres-presses. — La filtration est une opération absolument mécanique qui a pour but d'éliminer du jus les matières insolubles produites dans le traitement antérieur des jus.

La filtration des liquides se fait dans des appareils spéciaux appelés *filtres*. Les filtres employés en sucrerie se divisent en 2 classes :

1. *Les filtres-presses ;*
2. *Les filtres mécaniques.*

Étudions d'abord les premiers.

On distingue 2 types de filtres-presses.

Filtres-presses. — 1. *Les filtres-presses à plateaux*; 2. *Les filtres-presses à cadres et à plateaux.*

Les seconds sont très peu répandus car l'étanchéité entre les toiles et les cadres est très difficile à obtenir. Nous ne nous occuperons que du premier type, c'est-à-dire des filtres-presses à plateaux.

FILTRES-PRESSES A PLATEAUX. — Il existe différents systèmes de ces filtres. D'une façon générale on peut dire que tous sont constitués par une série de plateaux métalliques (en fonte généralement) supportant des toiles filtrantes où viennent se déposer les matières insolubles qui se trouvent dans les jus qui les traversent.

Ces matières ainsi massées sur les toiles forment une sorte de *tourteau* solide qu'on appelle *écumes* ou *boues.*

Si l'on se contentait simplement de faire traverser les divers plateaux du filtre-presse par le jus, il y aurait des pertes de sucre très considérables, les tourteaux en retenant toujours une assez grande quantité de jus. On a imaginé alors d'entraîner le sucre se trouvant dans les tourteaux au moyen d'un courant d'eau qui en lavant ceux-ci entraîne le sucre qu'ils contenaient.

Les eaux qui ont traversé les divers plateaux pour laver les écumes sont dites alors *eaux de lavages ou petits jus.*

Tous les filtres-presses des jus de première carbonatation sont des filtres à lavages.

ORGANES ESSENTIELS D'UN FILTRE-PRESSE A LAVAGE. — Un filtre-presse à lavage quel qu'en soit le système et la disposition, qui subit des changements suivant les constructeurs, est constitué dans ses éléments essentiels par :

1. Une série de plateaux en fonte portant les toiles filtrantes (fig. 44).

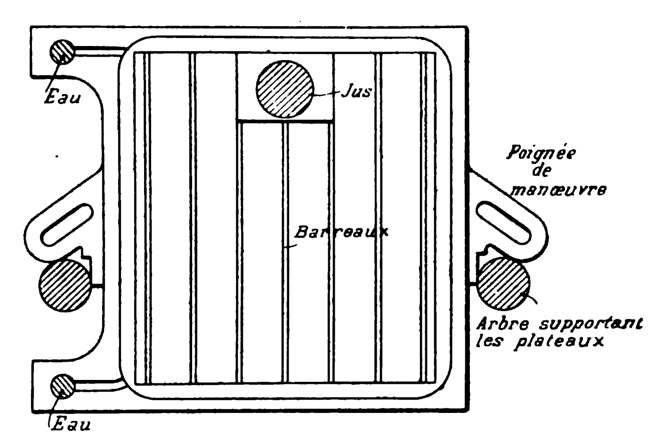


Fig. 44. — Vue d'un plateau à chambre.

2. Une tuyauterie traversant tous les plateaux et conduisant le jus au filtre-presse, puis le distribuant à travers les toiles des plateaux.

3. Une tuyauterie suivant tous les plateaux et les traversant, destinée à distribuer l'eau pour le lavage des écumes.

4. Une série de robinets destinés à l'évacuation du jus après filtration.

5. Une série de robinets destinés à l'évacuation des eaux de lavages (petit jus).

6. Un système de serrage permettant de maintenir les divers plateaux serrés et partant d'obtenir l'étanchéité complète du filtre-presse constitué par les divers plateaux.

Outre ces organes essentiels les filtres-presses portent en même temps des robinets pour l'évacuation de l'air qui se trouve emprisonné dans les plateaux et qui serait comprimé pendant l'emplissage du filtre.

Enfin l'entrée du jus et de l'eau de lavage dans le filtre-presse est commandée par deux soupapes générales.

Une trémie se trouve placée au-dessous du filtre-presse pour recevoir les écumes qu'on détache des plateaux après l'arrêt du filtre. Le nombre des systèmes de filtres-presses à plateaux et à lavages est très grand.

Dans certains systèmes, l'eau de lavage, au lieu d'arriver par le bas, arrive par le haut, les eaux de lavages dans ce cas, au lieu de suivre un mouvement ascendant, suivent un mouvement descendant.

Enfin d'autres constructeurs ont imaginé des filtres-presses à plateaux indépendants permettant d'isoler un ou plusieurs plateaux en marche, par exemple dans le cas d'une toile crevée.

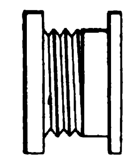


Fig. 45. — Écrou de serrage pour les plaques perforées.

Nous allons décrire quelques-uns de ces systèmes. Disons tout de suite que l'on a avantage à prendre des filtres-presses à grande surface filtrante, c'est-à-dire à grands plateaux.

1. Filtre-presse Cail a lavage. — Ce filtre-presse est constitué par une série de plateaux en fonte. Ces plateaux sont serrés entre un sommier fixe et un sommier mobile.

Les plateaux impairs et les plateaux pairs diffèrent. Le serrage des plateaux est complété par un volant et une vis.

Les plateaux portent deux plaques en tôle perforées, elles sont séparées par des barres en fer enchâssées verticalement et parallèlement dans les plateaux. Sur le côté du filtre se trouve une gouttière en tôle dans laquelle s'écoulent le jus et l'eau de lavage.

L'arrivée du jus se fait par un tuyau muni d'une soupape qui aboutit au sommier fixe.

La sortie de jus s'effectue par les robinets de jus placés à la partie inférieure et à droite de chaque cadre. La sortie des eaux de lavage par des robinets placés en haut et à droite de chaque cadre de numéro pair.

Nous supposons compter les cadres à partir du sommier

fixe et nous supposons un observateur placé en face en avant du sommier fixe.

L'arrivée d'eau de lavage s'effectue à gauche et en bas des plateaux impairs ainsi que l'évacuation de l'eau restant dans les plateaux après le lavage. Enfin une autre évacuation de l'eau de lavage est ménagée en haut et à gauche de chaque plateau ainsi qu'une prise d'air comprimé pour sécher les tourteaux.

2. Filtre-presse système Mariolle-Pinguet. — L'introduction du jus se fait sur le côté à gauche et en haut du sommier fixe.

Le canal traverse les différents plateaux et dans l'ouverture qu'il laisse dans chaque plateau se trouve ajustée une pièce en bronze, qui est mobile. Cette pièce porte une tubulure latérale ayant la forme, en section, d'une demi-ellipse verticale.

Cette pièce sert à l'introduction du jus entre deux plateaux consécutifs et est logée dans la fonte. Elle se place sur les toiles avec lesquelles elle fait joint d'un côté et avec le plateau suivant de l'autre. Les joints des canaux pour jus et pour l'eau de lavage sont en caoutchouc à fermeture hydraulique.

Le serrage se fait au moyen d'une vis d'abord et se termine par l'action d'une presse hydraulique faisant corps avec le bâti.

3. Filtre-presse a lavage rationnel Wauthier. — Dans ce type de filtre l'eau est introduite par le haut et le petit jus sort par le bas.

Le remplissage du filtre-presse par l'eau de lavage se fait de bas en haut de façon à chasser l'air, puis le lavage proprement dit après l'emplissage se fait de haut en bas.

4. Filtre-presse a lavage de la Cie de Fives-Lille. Mollet-Fontaine. — Ateliers de Lesquin-lez-Lille. — La Cie de Fives-Lille interpose des cadres entre les plateaux pairs et les plateaux impairs.

La maison Mollet-Fontaine a également étudié un système de filtre-presse très bien compris. La disposition est à peu près la même que dans le type Cail ; le lavage s'effectue à la fois à partir des deux extrémités du filtre. Les plateaux sont sans cadre et portent des tôles perforées sur lesquelles s'appliquent les toiles.

Les ateliers de Lesquin-lez-Lille ont également construit un excellent modèle ainsi que les ateliers de construction de Saint-Quentin.

5. Filtre-presse Cizek. — C'est un filtre du type dit filtre-monstre, en raison de ses dimensions et de son très grand nombre de plateaux (160).

L'eau arrive à la fois des deux côtés des toiles, soit seulement tantôt à droite, tantôt à gauche.

Nous ne poursuivrons pas plus longtemps les divers modèles de filtres-presses dont la liste est loin d'être épuisée (Quarez, Kriey, etc.).

Conclusion. — On doit s'arrêter à un type simple et robuste ayant fait ses preuves, d'une surface filtrante assez grande.

Pour une usine travaillant par exemple 300 tonnes, il faut deux filtres-presses de 60 plateaux par filtre avec une surface de 1 mètre carré pour chaque plateau.

Surface filtrante. — On entend par surface filtrante d'un filtre-presse la somme des surfaces filtrantes de chaque plateau.

La surface filtrante d'un plateau est égale au double de la surface de la toile fixée sur le plateau.

On compte sur 4 mètres carrés de surface filtrante par 100 hectolitres de jus par 24 heures, mais il vaudra mieux tabler sur $4^{m^2},50$ et même 5 à $5^{m^2},5$.

Nature des toiles. — Elles sont en chanvre et coton ou en lin et coton. Pour des plateaux de 1 mètre carré des serviettes doubles valent environ 3 francs.

Régulateur de pression dans les filtres-presses. — Les jus troubles doivent être refoulés aux filtres-presses avec une pression de 2 à 3 kilogrammes au maximum.

L'eau de lavage sera refoulée à une pression un peu supérieure, soit 4 kilogrammes.

Lorsque l'usine possède une pompe automatique pour l'emplissage des filtres-presses tout va pour le mieux, mais il n'en est pas de même lorsque l'on ne possède qu'une pompe ordinaire. Il pourrait en effet arriver dans ce dernier cas qu'on oublie d'ouvrir l'arrivée de jus, la pompe étant en marche ou autres choses encore pouvant amener des accidents.

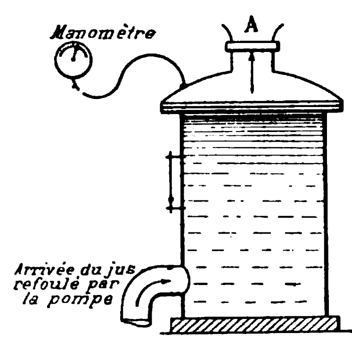


Fig. 46.

A cet effet, on a muni les pompes de régulateur de pression (Legat et Lechevin) ou bien on a adopté le dispositif suivant : « Un ballon en fonte est intercalé sur le refoulement de la pompe, avant les filtres-presses. Le jus arrive par le bas et sort par le haut. La conduite se divise alors en deux :

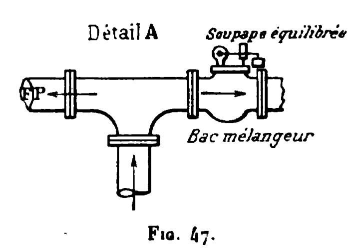


Fig. 47.

1° Une conduite amenant le jus aux filtres-presses ;

2° Une conduite sur laquelle se trouve une soupape équilibrée et ramenant le jus au bac mélangeur. Nous donnons ci-dessous un croquis explicatif (fig. 46 et 47).

Lavage méthodique des écumes. — Ce mode de lavage qui est encore peu employé consiste à laver les écumes avec les petits jus des lavages précédents.

On a alors désigné les filtres-presses précédemment étudiés sous le nom de filtres-presses à *lavage absolu*.

Ce système de lavage est encore peu répandu.

4. ***Filtres mécaniques.*** — La filtration mécanique est encore peu employée pour les jus de première carbonatation. Nous décrirons cependant à cette place les divers modèles de ces filtres. On doit s'attacher à avoir des jus clairs à la première carbonatation et, quand l'atelier est bien conduit, il y a inutilité à filtrer le jus de 1re, il ne faut pas non plus compliquer outre mesure les appareils qui refroidissent les jus et exigent de la main-d'œuvre, une surveillance pour peu d'effet et permettent de ne pas suivre convenablement le travail direct.

La filtration mécanique a pour but de compléter la filtration des filtres-presses qui ne fournit pas des liquides clairs et limpides. Ce sont des filtres simples sans lavage.

La partie filtrante est encore constituée par des toiles disposées diversement suivant les systèmes.

Organes principaux d'un filtre mécanique. — Tout filtre mécanique, quelle qu'en soit la disposition, est essentiellement constitué par :

1° *Un système supportant les toiles filtrantes ;*

2° *Un réservoir où elles se trouvent fixées et où pénètre le jus qui est forcé de les traverser ;*

3° *Une arrivée de jus avant filtration ;*

4° *Une sortie du jus après filtration.*

On peut diviser les filtres mécaniques en deux grandes catégories :

1. LES FILTRES A POCHES OU A SACS. — Ce sont de beaucoup les plus nombreux.

2. LES FILTRES A PLATEAUX, genre des filtres-presses. Nous ne décrirons pas ces différents systèmes qui sont en très grand nombre, chaque constructeur ayant le sien (Taylor, Puvrez, Loze, Wolkhoff, Helaers, Danek, etc.

Décrivons-en seulement quelques-uns, les plus généralement employés.

1. *Filtre à sac Philippe.* — C'est un excellent filtre qui donne les meilleurs résultats (fig. 48).

Il se compose d'une cuve métallique où sont ménagées des ouvertures longues et étroites qui supportent les éléments filtrants. Ceux-ci sont constitués par des poches portant à leur partie ouverte c'est-à-dire inférieure un bourrelet en coton, caoutchouc, corde, etc. Ce bourrelet déborde aux extrémités du sac, pour former deux oreilles destinées à l'enlèvement facile des poches et pour assurer la parfaite étanchéité du joint aux extrémités des fentes.

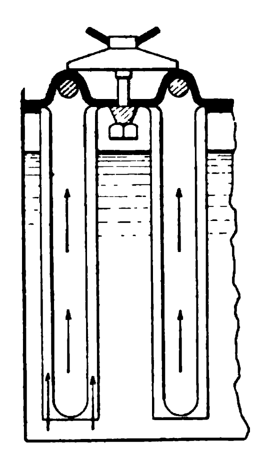


Fig. 48. — Élément filtrant Philippe.

Dans la poche se place un moule métallique qui maintient l'écartement des parois de la poche pour permettre au liquide filtré de les traverser.

Enfin sur le bourrelet se place une pièce mobile dite chapeau portant une conduite débouchant dans la nochère recueillant les jus filtrés. Le chapeau est maintenu en place solidement à l'aide de boulons qui, par l'intermédiaire de traverses s'appuyant à cheval sur deux chapeaux à la fois, font pression sur le bourrelet et forment ainsi joint.

Le liquide à filtrer arrive par la soupape d'entrée qui se trouve dans le bas, monte dans l'intérieur des poches et pénètre dans les chapeaux puis s'écoule dans la nochère.

2. *Filtres Danek. Filtres Kasalowski.* — Ces filtres sont construits par les anciens établissements Cail et sont très bien compris. Ils se composent d'un bac en tôle de forme appropriée contenant les cadres.

Ces cadres sont en tôle dédoublée et à découpures parallèles (ondulées). Ils sont fixés à un tube horizontal de dégagement de liquide.

Ils sont entourés d'une toile filtrante qui, coupée en forme de sac à l'extrémité inférieure et sur les deux côtés latéraux,

recouvre la partie supérieure du cadre où le joint est assuré par une barre.

Les cadres garnis sont placés dans des logements ménagés sur les côtés du bac ; le joint du tube horizontal sur le cadre du bac est rendu étanche par un anneau du caoutchouc pénétrant dans une ouverture conique.

Enfin le cadre est fermé par un couvercle équilibré par un contrepoids pour en rendre la manœuvre plus facile et il est rendu étanche à l'aide d'un cadre en caoutchouc et d'écrous à oreilles.

Le jus à filtrer arrive par le bas. La filtration se fait de dehors en dedans.

Ces filtres sont à grande surface filtrante. Ainsi pour 24 heures la filtration des jus par mètre carré de surface filtrante est environ de 90 hectolitres pour des jus de 2e carbonatation, et peut aller à 100 hectolitres.

Les établissements Cail construisent 3 modèles différents, à 15, 30 et 45 cadres donnant 15, 30 et 45 mètres de surface filtrante. Les cadres ont 70 × 70.

Le filtre Kasalowski est absolument analogue.

3. *Filtres Bolikowski.* — Ce filtre est très commode et donne d'excellents résultats. Il est constitué par une cuve en fonte et en tôle à fond incliné. A sa partie inférieure la cuve porte une pièce analogue à une plaque tubulaire où s'engagent les éléments filtrants (Fig. 49).

Ceux-ci sont composés d'un boudin métallique en tôle mince, ondulée (nous la présentons en coupe). On coiffe ces boudins avec des sacs en toile de coton, fermés à une de leurs extrémités et portant à l'extrémité ouverte un bourrelet également en toile.

Les éléments filtrants ainsi garnis sont introduits dans la plaque tubulaire. Des croisillons en fer les maintiennent pressés contre la plaque, grâce au bourrelet de toile qui fait joint.

Ce sont des filtres à grands débits. Ils sont ouverts. C'est là un défaut qu'il est d'ailleurs bien facile de corriger.

Les jus arrivent par le bas et sortent par le haut. Une nochère les reçoit.

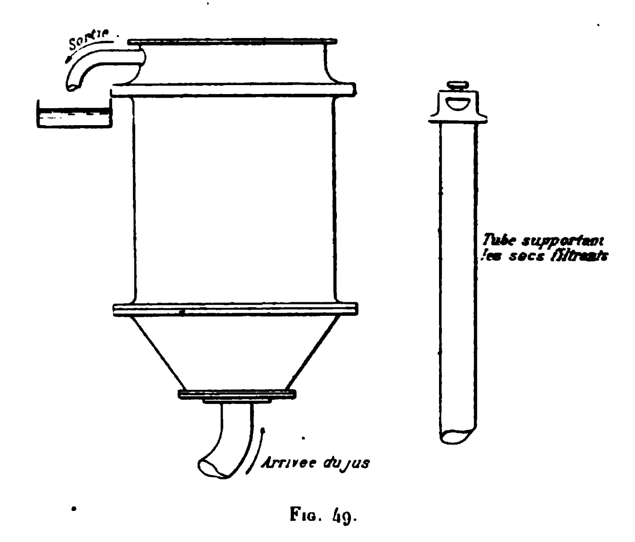


Fig. 49.

Trois filtres Bolikowski de 120 éléments filtrants par filtre suffisent à la filtration mécanique des jus de 2e carbonatation pour une usine travaillant 300 tonnes par jour.

Épuration des jus. — Deuxième Carbonatation. — Une simple carbonatation pour les jus ayant subi un chaulage normal n'est pas suffisante pour la complète épuration. De ceux-ci on a eu l'idée de pratiquer la même opération une deuxième fois et même une troisième dans certaines usines, sur les jus de 1re carbonatation après filtration afin d'achever et de compléter l'épuration de ces jus.

Après sortie des filtres-presses les jus de 1re carbonatation sont envoyés soit directement, soit au moyen d'une pompe dans un bac d'attente placé en charge sur les chaudières.

Le chaulage de ce jus, au lieu de se faire dans un bac spé-

cial comme pour le jus de diffusion, se fait dans la chaudière même, car il est beaucoup moins important.

Le type des chaudières est exactement le même que pour la carbonatation des jus de première et nous ne les décrirons pas de nouveau (fig. 50).

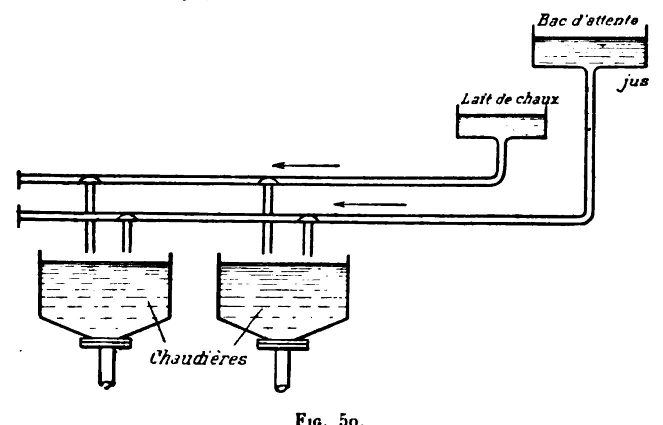


Fig. 50.

Le nombre des chaudières affectées au travail des jus de 2ᵉ carbonatation est en général inférieure à celui des chaudières de 1ʳᵉ carbonatation, l'opération étant plus rapide.

Enfin le bac à lait de chaux renfermant le lait nécessaire pour le chaulage des jus dans la chaudière de 2ᵉ carbonatation sera placé en charge sur la chaudière afin que le lait de chaux s'y rende simplement par différence de niveau et qu'on n'ait pas besoin de recourir à une pompe.

Nous verrons plus loin comment s'effectue la conduite de la 2ᵉ carbonatation.

Sulfitation. — La sulfitation ou traitement par l'anhydride sulfureux et par l'acide sulfureux se fait habituellement sur les sirops mais elle se pratique cependant quelquefois sur les jus.

L'acide sulfureux est employé :

Comme *décolorant* des jus et des sirops et comme modifiant la nature physique de ceux-ci, c'est-à-dire leur viscosité; SO^2 n'épure pas au contraire, un jus ou un sirop sulfité est plus impur que le jus non sulfité du poids de SO^2 absorbé, mais il modifie la nature physique de ceux-ci.

On ne peut nier son action décolorante puissante quand il est employé judicieusement. Son emploi dans *les jus* et *sirops* est très délicat et doit être surveillé de très près.

Production de l'anhydride et de l'acide sulfureux en sucrerie. — L'acide sulfureux employé en sucrerie est produit par la combustion du soufre.

Cette combustion s'opère dans des fours spéciaux appelés *fours à soufre*.

Organes essentiels des fours a soufre. — Un four à soufre est essentiellement constitué par :

I. Une chambre (en fonte généralement), hermétiquement fermée où se produit la combustion du soufre et partant l'acide sulfureux.

II. Un système fournissant à la chambre de combustion l'air nécessaire pour la combustion du soufre.

III. Un réfrigérant (à circulation d'eau le plus souvent) pour refroidir le gaz et condenser les vapeurs de soufre qui ont pu se volatiliser.

IV. Un système de chargement du four.

Enfin quelques constructeurs ajoutent :

V. Un dessiccateur d'air avant son entrée dans la chambre de combustion.

Divers types de fours a soufre. — Les divers types de fours à soufre ne diffèrent pas sensiblement entre eux. On peut cependant les rapporter à 2 groupes principaux.

1. *Type de four à soufre où l'air nécessaire* à la *combustion est fourni par compression* (pompes-compresseurs).

2. *Type de four à soufre où l'air nécessaire* à la *combustion est fourni par aspiration dans la chambre de combustion*

(trompe, pompe à air). Au premier type se *rapportent les fours :*

Four Lacouture, four Vonhof, four Prangey et de Grobert, four Cambray, etc.

Au second type se *rapportent les fours* :

Four Quarez, etc.

Nous ne décrirons pas tous les systèmes qui sont absolument analogues au point de vue des dispositions générales.

I. Fours a compression d'air. — 1. *Four Lacouture.* — L'air arrive dans la cuve où le soufre brûle avec une faible vitesse, au moyen d'un compresseur d'air (type Westinghouse). L'air avant de sortir du four passe sur une couche de soufre qui brûle et il perd ainsi les dernières portions d'eau qu'il peut renfermer. Le gaz passe ensuite dans un réfrigérant puis dans un laveur. L'air nécessaire à la combustion passe, avant son entrée dans la cuve de combustion, sur une couche de chaux vive.

La maison Lacouture construit trois types de ces fours. Elle adjoint au four des compresseurs d'air commandés avec poulies ou des compresseurs à action directe avec moteur, ce dernier modèle possède les derniers perfectionnements et est employé pour les grands fours.

Selon la grandeur, les fours brûlent 50 kilogrammes de soufre par 24 heures, 100 kilogrammes, 200 kilogrammes et 400 kilogrammes.

2. *Four Vonhof* (Construit par Mariolle-Pinguet).

Le soufre brûle dans une boîte fermée. L'air arrive par compression et brûle le soufre. Le chargement (150 kilogrammes) se fait au moyen d'un papillon. Un réfrigérant à courant d'eau refroidit le gaz.

3. *Four système Prangey et de Grobert.* — Ce four est constitué par une cuve quadrangulaire renfermant une coupelle où brûle le soufre. L'air nécessaire à la combustion est fourni par un compresseur d'air.

Le gaz sulfureux sort du four par une tuyauterie entourée

d'un réfrigérant à circulation d'eau. La cuve est également refroidie par un courant d'eau.

Le gaz passe par un laveur et de là se distribue dans le sulfiteur qui est un *sulfiteur continu*. Ce four a donné d'excellents résultats.

Nous donnons ci-dessous un croquis schématique de ce type de four.

2. Fours a aspiration d'air. — Ils ont l'avantage de ne pas incommoder les ouvriers au moment du chargement du four, comme les fours à compression.

Four Quarez. — Ce four, construit par les établissements Maguin, appartient également au type de *sulfiteur continu*.

L'acide sulfureux produit est *appelé* et non *refoulé* comme dans les systèmes décrits plus haut. La chambre de combustion est en fonte. L'air nécessaire à la combustion passe dans une boîte contenant de la chaux. Puis se refroidit en traversant un réfrigérant. La sortie du gaz est également entourée d'eau.

L'aspiration de l'air se fait au moyen d'une pompe, d'un injecteur à grand débit, ou d'une trompe. La sulfitation se fait donc dans la conduite même du gaz SO^2.

La pompe reprend le jus et le renvoie dans la trompe, où est un trop-plein par lequel s'écoule le jus sulfité.

2. Distribution du gaz sulfureux. — Le gaz sulfureux produit est mis en contact avec les jus ou les sirops. Cette distribution se fait :

1. Dans des chaudières spéciales, munies d'un serpentin pour réchauffer les jus ou les sirops.

2. Dans la conduite même traversée par le gaz.

3. Dans des récipients spéciaux.

Enfin on peut également diviser les sulfiteurs en deux classes.

1° *Sulfiteurs continus*:

2° *Sulfiteurs intermittents*.

1. *Sulfiteurs continus.* — Les sulfiteurs continus sont d'un emploi moins général que les sulfiteurs intermittents.

Les types les plus recommandables sont les sulfiteurs Prangey et de Grobert et Quarez (fig. 51 et 52).

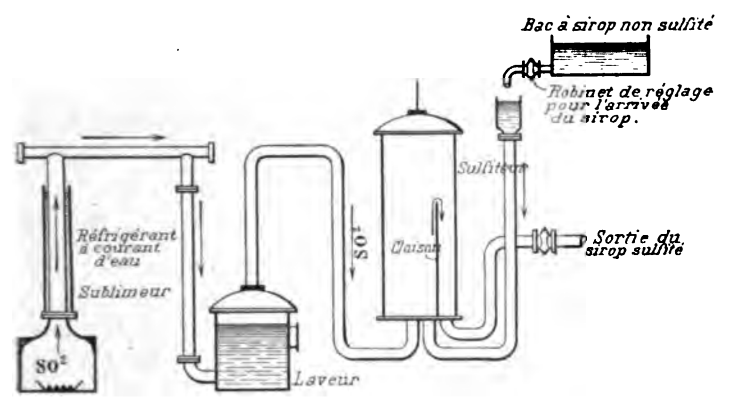


Fig 51. — Sulfiteur continu Prangey et de Grobert.

Dans le premier, le gaz sulfureux se trouve distribué par le bas dans un récipient en fonte de forme cylindrique ; les jus ou les sirops sont distribués par le bas également.

Le cylindre est partagé au moyen d'une cloison intérieure en 2 parties inégales.

Cette cloison s'élève à une certaine hauteur et le jus sulfité se déverse d'une façon continue de l'autre côté.

Comme on le voit, c'est très simple.

Remarque. — On peut encore appliquer à la sulfitation le principe du carbonateur continu de Naudet.

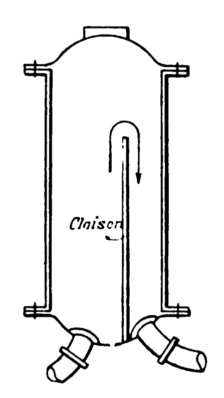


Fig. 52. — Sulfiteur de MM. Prangey et de Grobert.

Dans le *système Quarez*, la sulfitation s'opère dans la conduite même qui distribue le gaz sulfureux.

2. *Sulfiteurs intermittents.* — Dans ceux-ci la sulfitation

s'opère dans *des chaudières* analogues aux chaudières de carbonatation mais d'une contenance plus petite.

Chaque chaudière comprend un distributeur de gaz sulfureux et en outre un serpentin permettant de réchauffer.

Ces chaudières sont en général de formes cubiques. Nous donnons ci-dessous le type des chaudières à sulfiter de la maison Lacouture (fig. 53).

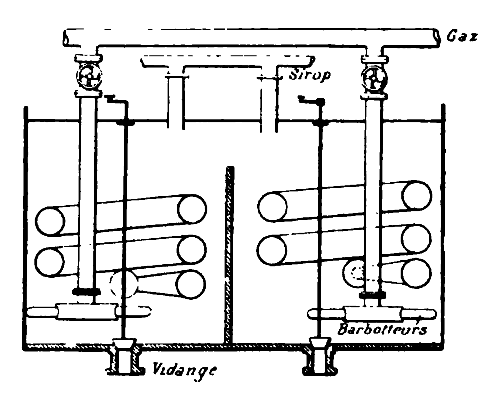


Fig. 53. — Chaudières Lacouture.

Autres procédés d'épuration des jus. — Disons simplement que l'on a tenté de remplacer l'épuration des jus par la chaux et la carbonatation, par d'autres systèmes d'épuration.

C'est ainsi qu'on a substitué en partie à la chaux la baryte. Les résultats sont très bons, mais ce traitement est coûteux en raison du prix de la baryte, qui est de plus en plus élevé. On ne l'emploie guère qu'en faible quantité pour suppléer à l'épuration calcique et on doit la recommander dans ce cas.

Nous citerons les systèmes de traitements électriques, mangano-électrique, etc., essayés dernièrement à la sucrerie de Souppes. Mais les résultats ne sont pas encore assez assurés, pour qu'on puisse les adopter.

J. — ÉVAPORATION DES JUS.

Les jus étant épurés dans les meilleures conditions possibles, il nous reste à en extraire le sucre qui s'y trouve contenu.

Or, nous devons chercher à obtenir ce sucre *cristallisé* et pour provoquer la formation de ces cristaux il faut d'abord avoir une solution sursaturée de sucre et c'est dans cette solution sursaturée qu'on produira la cristallisation.

Mais les jus sont loin de représenter une solution saturée de sucre, c'est-à-dire de contenir, dans un volume de jus donné, la quantité maximum de sucre qu'ils pourraient contenir en dissolution.

Il faut donc :

1. Amener les jus à l'état de solution sursaturée. Cette opération est dite *évaporation* ou *concentration*.

2. Provoquer la formation des cristaux dans cette solution sursaturée (*Grainage*).

La première opération se fait en deux fois :

a. On concentre d'abord les jus jusqu'à un certain point de concentration, dans un premier appareil (*appareil à effets multiples*). On obtient ainsi le sirop.

b. On achève la concentration jusqu'au point de sursaturation dans un second appareil où l'on provoque ensuite la formation des cristaux (*appareil à cuire*, ou *cuite*).

Dans ce chapitre ayant pour titre de l'évaporation des jus nous ne traiterons que la 1re partie de l'évaporation de ceux-ci, c'est-à-dire la transformation du jus en un liquide plus concentré appelé *sirop*.

Voyons d'abord quels sont les moyens à notre choix pour produire l'évaporation.

Divers systèmes d'évaporation. — Etant donné un liquide non volatil à la température ordinaire, c'est-à-dire

n'émettant pas de vapeurs à cette température, comme l'éther par exemple, pour produire l'évaporation de ce liquide, c'est-à-dire la transformation de ce liquide en vapeurs, il faut porter ce liquide à la température à laquelle se forment ces vapeurs. Ainsi pour l'eau, la température à laquelle il faut la porter pour produire son évaporation est, sous la pression de 760, de 100°. Cette température est dite *point d'ébullition*, c'est la température à laquelle l'évaporation s'opère rapidement. Cependant une évaporation peut se faire également à l'air libre, mais plus lentement. Il en sera de même pour un jus et pour l'évaporer il faudra d'abord le porter à son point d'ébullition, puis l'y maintenir pendant toute la durée de la concentration.

Or, pour produire l'ébullition d'un liquide tel que l'eau il nous faut recourir à la chaleur et nous pouvons employer la source de chaleur de trois façons différentes.

1. *Chauffage à feu nu.*
2. *Chauffage par la vapeur.*
3. *Chauffage dans le vide* (par la vapeur).

C'est ce dernier moyen qui est actuellement employé et voici comment on y a été conduit :

Un liquide non volatil, chauffé jusqu'à l'ébullition, bout à une température T appelée son point d'ébullition, si cette ébullition se fait sous une pression atmosphérique de 760 millimètres.

Mais, si par un moyen quelconque on parvient à diminuer la pression, par exemple en faisant bouillir le liquide dans un vase clos et faisant le vide dans celui-ci, on constate que le même liquide bout à une température T′ bien inférieure à T, c'est-à-dire bien inférieure au point d'ébullition.

Telle est l'idée de l'évaporation dans le vide. Mais cette évaporation dans le vide peut elle-même se faire dans de plus ou moins bonnes conditions.

Principe de l'évaporation dans le vide à multiples effets. — Si nous portons, dans un vase où l'on fait le vide, un

liquide à sa température d'ébullition et que nous l'y maintenions, le liquide s'évapore. Ce type d'évaporation est dit *évaporation dans le vide à simple effet.*

Mais si on fait condenser les vapeurs produites dans cette évaporation dans un second récipient où se trouve une autre portion de liquide à évaporer, ce dernier s'échauffera à son tour en raison de la chaleur cédée par les vapeurs condensées. Soit t par exemple la température de ce liquide. Si on diminue suffisamment la pression dans ce second récipient, au moyen du vide par exemple, on pourra porter ce second liquide à l'ébullition et si le vide existe au moment de la condensation des vâpeurs, le liquide pourra entrer en même temps en ébullition.

Ce type d'évaporation est dit *évaporation à double effet.* Mais on peut généraliser ce mode d'évaporation. A son tour par exemple, le liquide condensateur viendra échauffer et vaporiser un troisième liquide, maintenu à une pression inférieure au second. La vapeur aura donc agi trois fois. On pourra ainsi avoir des chauffages ou évaporation à *triple, quadruple, quintuple,* etc., *effet.*

Pratiquement on ne dépose pas le *quintuple-effet* et le *sextuple-effet.*

Remarquons que plus une solution est *sucrée* plus son *point d'ébullition* est *élevé.*

Principes théoriques. — Pendant l'évaporation d'un liquide :

I° La quantité de liquide vaporisé pendant l'unité de temps est, pour une même température, proportionnelle à la surface de chauffe.

II° Pour des surfaces de chauffe égales, la quantité de liquide vaporisé dans l'unité de temps est proportionnelle à la température.

III° L'évaporation dépend de la nature de la surface de chauffe.

IV° Le point d'ébullition d'un liquide dépend :

a) de sa nature ;

b) de la pression qu'il supporte.

V° Toute vapeur à une température donnée provoque la vaporisation d'un autre liquide dont le point d'ébullition est inférieur à la température de la vapeur.

VI° Les vapeurs produites à une température élevée conservent la même température que le liquide tant que la pression reste constante.

VII° Pour que le point d'ébullition d'un liquide soit constant, il faut que la pression supportée par le liquide soit constante.

Appareils d'évaporation à multiple effet, employés en sucrerie. — **I. Conditions que doivent remplir ces appareils.** — D'après ce que nous avons dit déjà un appareil à multiple effet devra remplir les conditions suivantes dans sa construction :

I° La surface de chauffe et la surface d'évaporation seront aussi grandes que possible, afin de rendre l'évaporation très rapide.

II° L'espace situé au-dessus du liquide à évaporer et réservé à la vapeur produite doit être assez grand pour que l'entraînement des vésicules sucrées mêlées à la vapeur, soit le plus réduit possible.

III° Les communications entre la vapeur produite et les surfaces de condensation doivent être très grandes afin de diminuer les entraînements.

On donnera donc à ces conduites une grande section.

IV° On disposera sur le trajet des vapeurs, des appareils permettant de condenser et de retenir les vésicules sucrées entraînées (vases de sûreté, ralentisseurs, désucreurs).

Nous prendrons comme type des appareils à effet-multiple, le triple-effet.

II. Description du Triple-effet. — 1. Organes essentiels. — Le triple-effet se compose essentiellement :

1° De trois chaudières ou caisses d'une capacité déterminée et calculée. Ces trois chaudières sont en fonte et en tôle épaisse.

2° D'une conduite de communication réunissant la partie supérieure de chaque caisse à la partie inférieure de la suivante et permettant de diriger ainsi les vapeurs provenant de l'évaporation du jus, dans la caisse suivante.

3° Une tuyauterie spéciale pour la vapeur, dans chaque caisse.

4° Une tuyauterie spéciale permettant de faire passer le jus d'une caisse dans l'autre et munie de robinets permettant de régler l'alimentation du triple-effet.

5° Une tuyauterie collectrice des eaux de condensation (eau ou vapeur de retour).

6° Un système permettant de retenir les vésicules sucrées ou permettant de les réintégrer dans les caisses (vases de sûreté, ralentisseurs, désucreurs).

7° Une tuyauterie permettant au sirop de s'écouler.

8° Une tuyauterie permettant de vider le triple-effet.

9° Une tuyauterie d'eau, pour le lavage des caisses et pour l'introduction de produits (soude, acide pour le nettoyage du TE.)

2. Organes secondaires. — Outre ces organes principaux le triple-effet comprend :

1° Une soupape générale pour l'alimentation du jus avec ou sans régulateur automatique d'alimentation.

2° Une conduite pour le passage à l'acide des caisses.

3° Robinets graisseurs pour l'introduction de la graisse ou du beurre de coco, pour abattre la mousse.

4° Manomètres indiquant le vide et la pression de la vapeur dans chaque caisse. Thermomètres indiquant la température.

5° Glaces et regards en verre permettant d'observer la marche du triple-effet.

6° Tubes de niveau en verre.

7° Trous-d'hommes, un par caisse, permettant la visite des chaudières intérieurement.

1. Caisses ou chaudières du triple-effet. — Les caisses ou chaudières sont formées de 3 parties (fig. 54) :

1° *Le dôme,* constituant la partie supérieure est *en fonte.*

2° *La calandre* ou partie médiane est en tôle et se trouve rivée sur le dôme et sur le fond.

On la fait également en fonte. Des oreilles fixées sur la calandre ou venues de fonte avec elle permettent de maintenir la caisse sur le plancher.

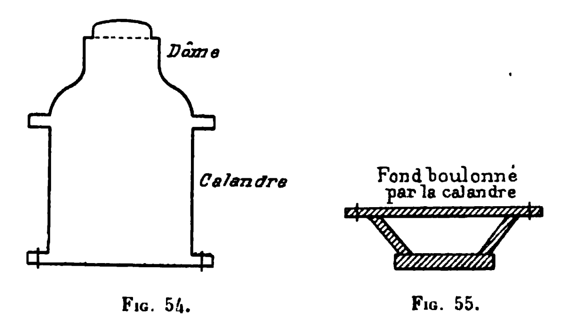


Fig. 54. Fig. 55.

3° *Le fond* est en fonte et se trouve fixé par des boulons à la calandre. Un joint en mastic en assure l'étanchéité. Le fond a généralement une forme concave (fig. 55).

La calandre est généralement enveloppée d'une couverture en bois ou en autre calorifuge (feutre) pour éviter les pertes de chaleur.

Des ouvertures y sont découpées pour y fixer les regards, les glaces, les robinets, les tubulures, etc.

Enfin au lieu de rapporter le dôme sur la calandre il est préférable de faire venir de fonderie la calandre et le dôme ensemble.

Proportions. — Autrefois on donnait à la calandre une hauteur h variant entre :

$$h = 1.6\,d \text{ à } 1.8\,d \text{ (1}^{re}\text{ caisse).}$$

Aujourd'hui on fait des calandres beaucoup plus hautes et on porte ces proportions à

$$h = 2\,d \text{ à } 2,3\,d \text{ et même au delà.}$$

Ainsi dans une usine comprenant un triple-effet de l'ancien type on avait les dimensions suivantes :

1re caisse	Hauteur de la calandre.	$3^m,10$
	Diamètre intérieur de la caisse. . .	$1^m,70$
	Hauteur du dôme.	$0^m,90$
	Distance des plaques tubulaires. .	$1^m,55$

Comme on le voit on a dans ce cas

$$h \text{ calandre} = 1.8\,d.$$

Plaques tubulaires. — Les plaques tubulaires sont renfermées dans la caisse. Elles sont supportées en haut par un rebord et maintenues par des entretoises qui les tiennent liées entre elles.

Elles sont en général au nombre de deux. Elles sont en bronze et ont une épaisseur variable suivant le diamètre du triple-effet, de 20 à 30 millimètres.

Elles sont percées de trous d'un nombre variable suivant le diamètre du triple-effet. Ces trous ont un diamètre variant entre 50 et 60 millimètres. Les plaques tubulaires portent également des trous sur lesquels viennent se fixer les tuyaux collecteurs des eaux de retours ou des eaux de condensation.

Tubes. — Les tubes sont en laiton, quelquefois ils sont étamés. Ils ont une épaisseur de 2 millimètres et demi à 3 millimètres et un diamètre de 40 à 50 millimètres.

Ils sont enchâssés dans les plaques tubulaires et mandrinés au dudgeon.

Les jus circulent dans les espaces des tubes et la vapeur dans les espaces intertubulaires, c'est-à-dire entre les tubes.

Les collecteurs de retours correspondent également à ceux-ci. Le faisceau tubulaire est chauffé, soit avec la vapeur directe des générateurs, soit avec la vapeur provenant de l'ébullition du jus (fig. 56).

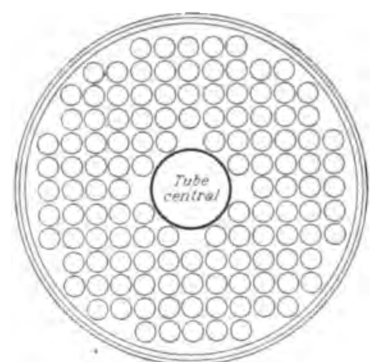


Fig. 56. — **Plaque tubulaire avec tube central.**

2. Tuyauteries diverses. — Ainsi que nous l'avons dit, une tuyauterie de communication relie la partie supérieure de chaque caisse à la partie inférieure moyenne de la suivante.

Ces tuyauteries devront avoir une large section.

Plus, en effet, les vitesses des vapeurs devant traverser une conduite sont faibles, plus les conduites doivent être à grande section.

Ces tuyaux sont en fonte.

On devra donc leur donner un grand diamètre, plutôt exagéré.

Nous donnons un croquis montrant la disposition de ces tuyauteries (fig. 57).

Ajoutons que quelques constructeurs ne mettent pas de tubes dans l'axe du faisceau tubulaire et remplacent ceux-ci par un tube central d'un diamètre beaucoup plus grand.

Circulateur ou vaporisateur. — Pour augmenter la puissance du triple-effet sans augmenter le nombre de caisses, on a imaginé de faire d'abord passer le jus dans une première caisse analogue aux autres, mais où l'évaporation se fait sans vide, c'est-à-dire sensiblement à une pression égale à la pression atmosphérique et où le chauffage se fait à la vapeur directe.

Les autres caisses sont alors uniquement chauffées par les vapeurs qui ont travaillé dans le vaporisateur et par les vapeurs de retour venant du ballon collecteur des eaux de condensation et des retours des diverses machines.

Avec le triple-effet ordinaire sans vaporisateur, on est en

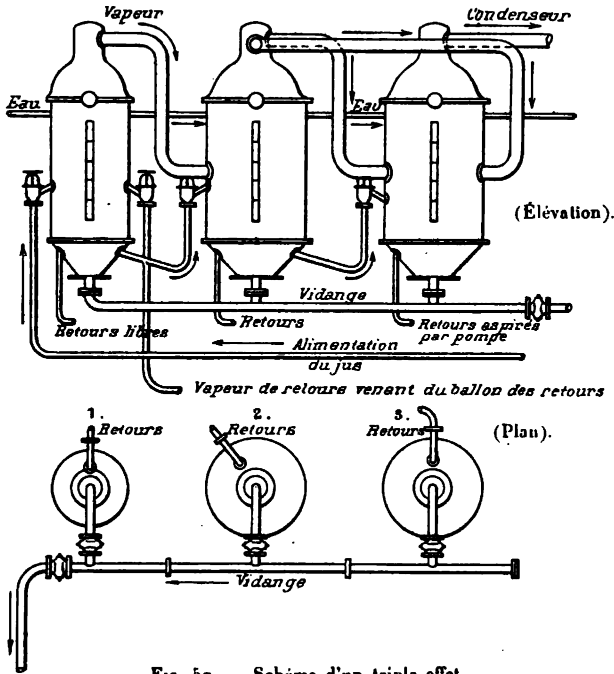


Fig. 57. — Schéma d'un triple-effet.

général obligé de mélanger la vapeur de retour avec de la vapeur directe dans un ballon construit à cet effet.

Production du vide dans le triple-effet. — Le vide est fait dans l'appareil du triple-effet au moyen de *pompes à air*.

Pompes a air. — Les pompes à air se divisent en deux classes suivant leur mode de construction et d'emploi :

1. *Pompes à air, humides ;*

2. *Pompes à air, sèches.*

Le second type tend de plus en plus à remplacer le premier.

1. *Pompes à air humides.* — Le *principe* de ces pompes est le suivant :

Considérons un récipient dans lequel se produit l'ébullition d'un liquide, du jus par exemple, et partant où se produit des vapeurs. Si nous relions ce récipient, à l'aide d'une tuyauterie, avec une machine capable de produire le vide, celle-ci aspirera dans le récipient, en même temps que l'air, les vapeurs émises par le liquide en ébullition.

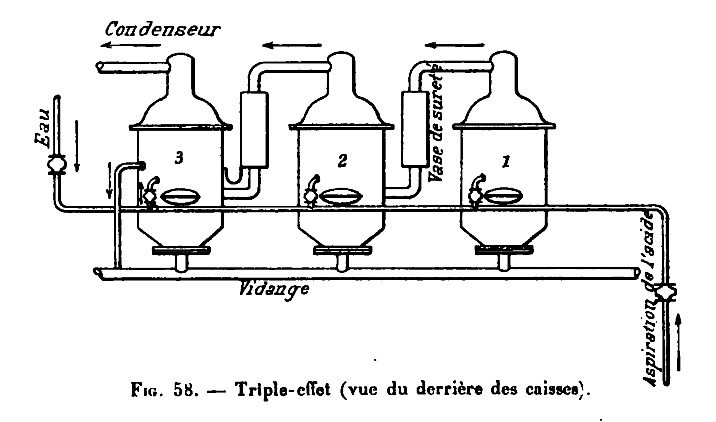


Fig. 58. — Triple-effet (vue du derrière des caisses).

Si, au contraire, sur le trajet de la tuyauterie reliant le récipient à la machine destinée à produire le vide, nous intercalons un réservoir clos où pénètre de l'eau froide, les vapeurs aspirées par la pompe se condenseront dans le réservoir et se mêleront à l'eau de celui-ci.

L'eau d'ailleurs pénétrera dans le réservoir d'elle-même en raison du vide qui produit un appel de l'eau.

Non seulement c'est un avantage au point de vue de la condensation des vapeurs, mais dans le premier cas les vapeurs aspirées ayant une certaine tension de vapeur produiraient une contre-pression dans la pompe.

C'est ce qui se passe d'ailleurs dans les machines à vapeur sans condenseur et les machines à vapeur avec condenseur.

Cette pompe est dite *à air humide*, parce qu'elle aspire en même temps que l'air les vapeurs condensées et l'eau du condenseur.

Dans les pompes *à air sèches*, au contraire, les vapeurs suivent une direction inverse de celle de l'eau du condenseur, la pompe n'aspire alors très sensiblement que de l'air, elle est dite, pour cette raison, à *air sèche*.

Ceci dit, une pompe *à air humide* se compose :

1. *D'un moteur commandant la pompe ;*

2. *La pompe elle-même ;*

3. *Le condenseur.*

1. *Moteur.* — Le moteur est en général une machine à vapeur horizontale qui se trouve relié directement avec la pompe. A cet effet, l'arbre guidant le piston de la machine à vapeur se trouve prolongé, traverse le cylindre de la machine à vapeur et vient s'attacher au piston de la pompe, qui se meut dans un cylindre se trouvant dans la même ligne, et dans le même prolongement que le cylindre de la machine à vapeur. Le moteur est à détente (fig. 59).

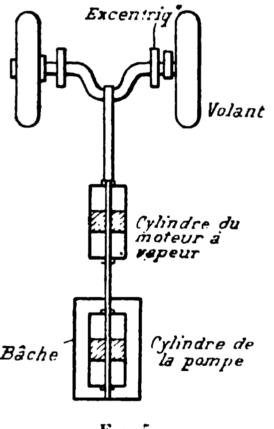


Fig. 59.

2. *Pompe.* — La pompe elle-même se compose d'un cylindre en fonte qui se trouve dans le prolongement du cylindre du moteur.

Dans ce cylindre se meut un piston en fonte sans segment. C'est-à-dire qu'il n'est pas absolument étanche et sans jeu. Ce cylindre est dit cylindre à eau.

La distribution de la pompe se fait par un système de clapets. Les clapets d'aspiration sont en fonte garnis d'une plaque de caoutchouc ; les clapets de refoulement sont sim-

plement formés de plaques de caoutchouc assez épaisses qui se trouvent fixées par des boulons au centre. Elles peuvent donc facilement se soulever en raison de leur flexibilité.

Nous donnons ci-dessous un schéma en coupe du cylindre et des chambres de distribution (fig. 60).

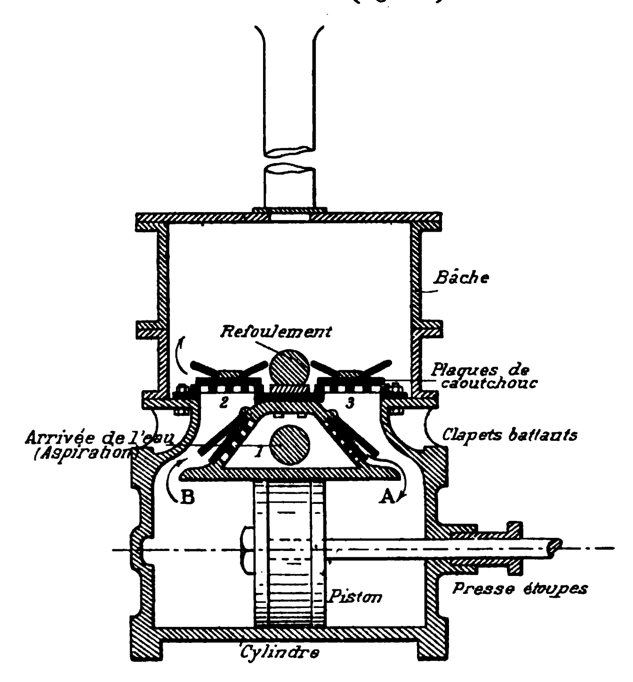


Fig. 60.

Comme on le voit, le cylindre présente deux ouvertures, l'une à l'avant A, l'autre à l'arrière B. La chambre qui se trouve placée au-dessus du cylindre est divisée en 3 parties, 1, 2, 3.

Dans les parties 1, 3, qui correspondent précisément aux lumières du cylindre, se fait l'aspiration.

La partie du milieu, 2, reçoit la tuyauterie qui amène l'eau du condenseur.

Le cylindre et les chambres de refoulement sont venus de fonte.

Ils sont enfermés dans une cage cubique à parois pleines appelée *bâche*.

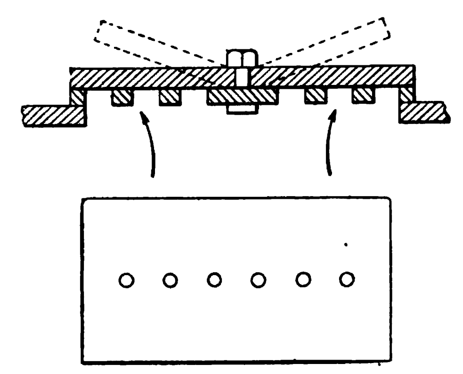


Fig. 61. — Détail des clapets.

Une soupape ou un robinet reliés à un levier et à un volant permettent de régler l'arrivée d'eau dans le condenseur. Le

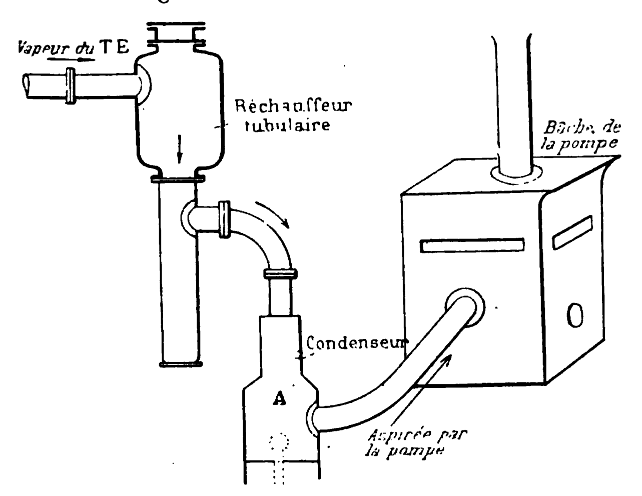


Fig. 62. — Disposition du condenseur par rapport à la pompe du T.-E.

volant qui commande l'adduction d'eau se trouve placé sous la main de l'ouvrier chargé de la conduite du triple-effet.

L'eau chaude condensée et venant du condenseur se rend

directement par pente naturelle dans la boîte de distribution de la pompe, où elle se trouve aspirée, puis refoulée (1).

(N. B. — Disposition du condenseur par rapport à la pompe du T. E.) (fig. 62).

Cette eau se trouvant échauffée par les vapeurs condensées provoque un dépôt de matières calcaires sur les parois du cylindre de la pompe et dans les chambres de distribution et c'est pour cette raison que le piston n'est pas étanche car il « *se collerait* » très vite.

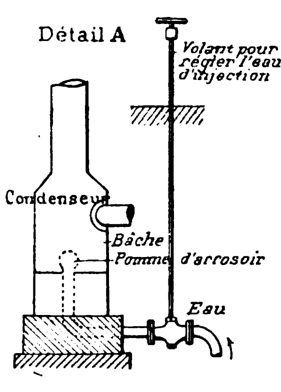


Fig. 63.

Proportions. — En supposant que l'on donne à la pompe une vitesse de 45 *tours*.

$$N = 45$$

Soit δ la surface du piston en centimètres carrés ;

— σ la surface de chauffe du triple-effet ;

— c la course du piston ;

— d le diamètre du cylindre.

On aura :

$$\delta = 7 \text{ à } 7{,}5 \times \sigma$$
$$c = d$$

2. Pompes a air sèches. — On remplace les pompes à air humides par le condenseur barométrique et les pompes à air sèches, et on fait une station centrale de vide. Les pompes à air sèches sont constituées par :

1° Le condenseur barométrique;

2° La pompe à air.

(1) Elle se rend au refroidissoir qui est en général constitué par une série de traverses en bois disposées en chicanes. — L'eau arrive en haut et tombe en pluie. — La surface de refroidissement étant très grande l'eau arrive au bas à une température de 20 à 30° c., quelquefois moins.

Le condenseur barométrique a pour objet d'éviter à la pompe à air l'enlèvement de l'eau condensée, des vapeurs condensées, en même temps que de l'air, ce qui se produisait dans les pompes à air humides. On a alors cherché à séparer l'évacuation de l'air et celle de l'eau et c'est ce que précisément *réalise le condenseur barométrique.*

Principe du condenseur barométrique.

Supposons que nous ayons un tube en verre, en fer, etc. fermé à l'une de ses extrémités seulement, et d'une longueur de 15 mètres par exemple (fig. 64).

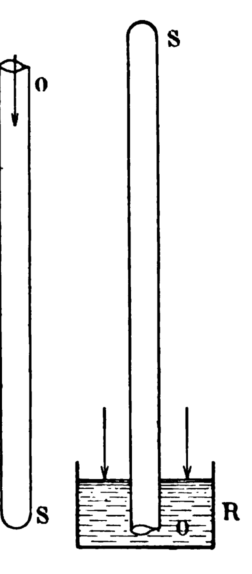


Fig. 64.

Remplissons ce tube d'eau entièrement de façon qu'il ne reste pas une bulle d'air. Fermons ce tube momentanément.

Nous avons là un tube renfermant uniquement une colonne d'eau de 15 mètres.

Supposons que le tube ait dans cette position son ouverture dans le haut. Retournons-le en ayant soin de maintenir toujours fermée son ouverture O, puis plongeons ce tube dans un récipient R contenant de l'eau et maintenons-le dans cette position verticale, l'extrémité O plongeant dans l'eau du récipient. Si nous débouchons alors l'extrémité ouverte O que nous avions momentanément fermée, nous constatons que la colonne d'eau dans le tube est descendue, et si nous la mesurons en hauteur nous constatons qu'elle est de $10^{m},33$ à peu près. Il s'ensuit donc que l'espace vide situé au-dessus de cette colonne d'eau est absolument sans air, c'est ce qu'on appelle le *vide absolu* ou *chambre barométrique.* Mais pour maintenir la colonne d'eau de $10^{m},33$

il faut qu'il y ait une force agissant en sens inverse pour la maintenir.

Cette force qui agit sur la surface du liquide du vase R et qui se transmet ensuite au tube et à la colonne d'eau pour la maintenir s'appelle la *pression atmosphérique*. — Puisqu'il y a équilibre entre ces 2 forces on a donc :

Vide (c'est-à-dire zéro) + Colonne d'*eau de* $10^{m},33$ = *Pression atmosphérique*.

La hauteur de cette colonne n'est pas toujours la même, elle varie avec la densité du liquide, puisqu'elle doit toujours équilibrer la même pression.

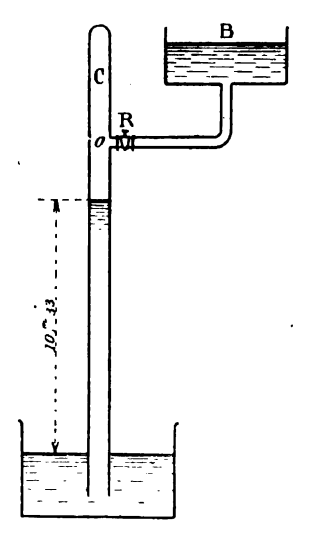


Fig. 65.

Plus le liquide sera dense moins la hauteur de la colonne maintenue par la pression atmosphérique sera grande.

Supposons maintenant que nous fassions une ouverture dans le tube, au-dessus du niveau du liquide maintenu dans le tube. Nous constatons immédiatement que toute la colonne d'eau tombe et descend (fig. 65).

On avait en effet à ce moment :

Pression atmosphérique + colonne d'eau = Pression atmosphérique.

Il faut donc que la colonne d'eau se détruise et c'est ce qui arrive.

Supposons maintenant que nous ayons le même tube que tout à l'heure et que nous fixions sur la petite ouverture une conduite reliée à un petit bassin B contenant de l'eau. Un robinet R nous permettra de faire passer de l'eau dans le tube.

Supposons que nous ayons dans le tube une colonne d'eau

de $10^{m},33$ et que le tube n'ait pas été mis en relations avec l'air extérieur par l'ouverture *o*, ouvrons le robinet R, de l'eau passe et vient tomber au-dessus de la colonne d'eau. On constate cependant que la colonne d'eau reste toujours constante c'est-à-dire, de $10^{m},33$. Il faut donc que l'eau ajoutée se soit déversée en même temps par le bas du tube, et c'est ce qui arrive en effet.

La chambre C où existe le vide est dite *chambre barométrique*.

Dans l'application au condenseur barométrique c'est dans cette partie que s'opérera la condensation des vapeurs et qui constituera plus spécialement le *condenseur*.

La partie du tube contenant le liquide à hauteur constante, équilibrant à chaque instant la pression atmosphérique est appelée la *colonne barométrique*.

Différents types de condenseurs barométriques.

Les condenseurs barométriques, quel que soit le type, se composent essentiellement.

1° du *condenseur*;

2° de *la colonne barométrique*.

L'idée qui préside à l'établissement de tout condenseur, et qu'on s'est proposé de réaliser le plus possible, est de mettre l'eau d'injection en contact le plus immédiat possible avec la vapeur.

Et pour cela il faut diviser le plus possible l'eau d'injection.

Les condenseurs se divisent ainsi suivant leur disposition en :

1° *Condenseurs à courants parallèles.*

2° *Condenseurs à contre-courants* (ruissellement, cascade, etc.).

3° *Condenseurs à surface dont nous dirons* seulement un mot car ils sont peu employés.

1° *Condenseurs à courants parallèles.* — Dans ce type de

condenseur les vapeurs à condenser cheminent parallèlement avec l'eau d'injection. Nous en donnons un croquis (fig. 66).

2° *Condenseurs à courants inverses ou à contre-courants.*

Ce type de condenseur est réalisé par un réservoir en tôle ou en fonte dans l'intérieur duquel sont disposés des plateaux (des chicanes dans d'autres systèmes), de telle sorte que l'eau arrivant par la partie supérieure tombe successivement en cascade sur chaque plateau.

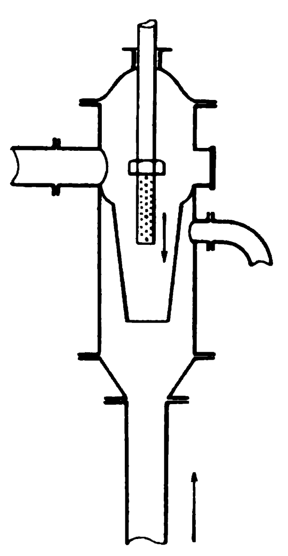


Fig. 66.

Les vapeurs suivent la direction inverse et arrivent par le bas.

L'eau ayant condensé complètement les vapeurs s'écoule dans un tube en fonte (tube barométrique) d'une longueur de plus de 10 mètres et plongeant par sa partie inférieure dans un récipient à niveau constant, c'est-à-dire muni d'un trop-plein.

L'eau ainsi déversée est refroidie si c'est nécessaire, puis reprise par une pompe qui la refoule de nouveau à la partie supérieure du condenseur.

Comme on le voit, l'eau est employée constamment.

Nous donnons ci-dessous un croquis de ce type de condenseur qui est le plus employé (fig. 67).

3° *Condenseurs à surface.* — Ces condenseurs sont construits d'une façon analogue aux réchauffeurs. Les vapeurs circulent dans les espaces intertubulaires et l'eau d'injection dans les tubes.

Pompes à air sèches. — Les modèles de ces pompes sont très nombreux. En général elles sont à moteur direct. Elles sont assez analogues aux pompes pour le gaz carbonique.

Les clapets battants des pompes à air humides sont remplacés par des tiroirs-plans.

Ces pompes fournissent un meilleur rendement que les pompes à air humides. Leur vitesse de rotation est également plus grande, elles tournent à 60-70 tours tandis que les pompes humides ne tournent pas à plus de 45 à 50 tours au maximum.

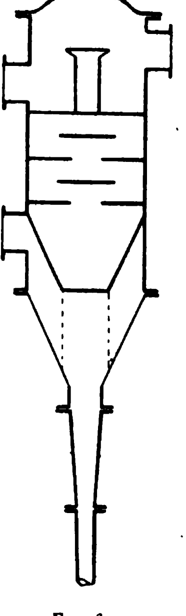


Fig. 67.

Pompes a eaux ammoniacales ou pompes des retours. — Ces pompes ont pour fonction d'extraire des faisceaux tubulaires l'eau qui s'y est condensée dans l'évaporation des jus et qui diminuerait la surface de chauffe de ceux-ci, si elle n'en était pas évacuée à mesure de sa formation.

Quelquefois cependant les retours s'effectuent directement dans un récipient collecteur muni ou non d'un flotteur. Ces retours sont alors dits *libres*.

Les pompes à retours sont :

1° Soit attelées directement aux pompes à air humides ou à air sèches.

2° Soit indépendantes de celles-ci (Burton, Worthington).

Enfin ces derniers temps on a imaginé un nouveau système d'élimination des retours, c'est le *système du marais* (fig. 68).

N. B. — La disposition est la même pour l'élimination des retours des caisses.

K. — CUITE

La cuite a pour objet :

1° *D'amener le sirop, qui a subi la filtration mécanique et*

qui est déjà une solution assez concentrée de sucre, à l'état de solution sursaturée ;

2° *De provoquer la cristallisation du sucre dans cette solution sursaturée.*

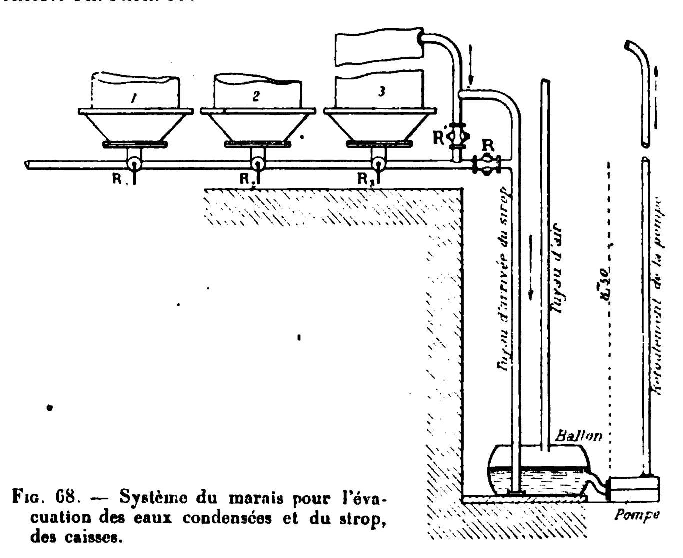


Fig. 68. — Système du marais pour l'évacuation des eaux condensées et du sirop, des caisses.

Phénomène de la sursaturation. — Nous allons appliquer immédiatement ce phénomène à une solution sucrée.

Soit un volume déterminé d'eau, V, se trouvant à une température normale ; à 20°, par exemple.

Faisons dissoudre un certain poids p de sucre, puis la dissolution étant achevée faisons-en encore dissoudre un nouveau poids p', etc., on constate qu'après une série d'additions de sucre dans le liquide, la dissolution ne s'effectue plus.

On dit alors que la solution est *saturée*, c'est-à-dire renferme pour le volume de liquide que nous avons pris et à la température de 20°, la quantité maximum de sucre dissous qu'elle peut dissoudre.

Si on chauffe ce liquide on constate que de nouvelles quantités de sucre peuvent encore se dissoudre et que ces quantités augmentent à mesure que la température s'élève. Supposons, par exemple, que la solution soit saturée à 80°.

Si on abandonne alors cette solution à elle-même et qu'on la laisse refroidir lentement on remarque que la dissolution ne change pas. Cette dissolution renferme cependant pour toutes les températures inférieures à 80° des quantités de sucre dissous supérieures à celles qui correspondraient à une solution saturée pour ces diverses températures inférieures à 80°.

On dit alors pour toutes ces températures que l'on a une solution *sursaturée*.

Les molécules sucrées se trouvent en équilibre instable et il suffit d'un très faible changement pour amener la cristallisation de sucre.

Si par exemple ayant une solution sursaturée de sucre à une température assez élevée on produit un refroidissement brusque, on constate immédiatement la cristallisation du sucre.

Un autre moyen également pour rompre l'équilibre et déterminer la cristallisation, c'est d'introduire dans la masse quelques cristaux de sucre qui amorcent la cristallisation.

Principes de la cuite. — La cuite se fait suivant les deux divisions que nous avons indiquées. Cependant il y a lieu de distinguer deux sortes de cuites :

1° *Cuite en grains ;*

2° *Cuite au filet.*

La première est utilisée pour les sirops. On amène d'abord ceux-ci à l'état de solution sursaturée, ainsi que nous l'avons dit, puis on provoque la formation des cristaux dans la masse, qui prend alors le nom de *masse cuite*.

La seconde est utilisée pour les bas produits, les égouts, dont nous parlerons plus loin. Comme il est impossible d'y

former du grain on amène simplement la solution à l'état de solution *saturée*.

L'opération de la cuite s'effectue dans un appareil spécial dit *appareil à cuire* ou *chaudière à cuire*.

Dans la *cuite en grains*, la formation des cristaux dans la solution sursaturée est obtenue par refroidissement dans la masse chaude.

1. Appareil à cuire, ou chaudière à cuire ordinaire. — Les appareils à cuire sont en général verticaux, mais il en est d'horizontaux.

I. Organes essentiels. — Une chaudière à cuire est constituée essentiellement (fig. 69) :

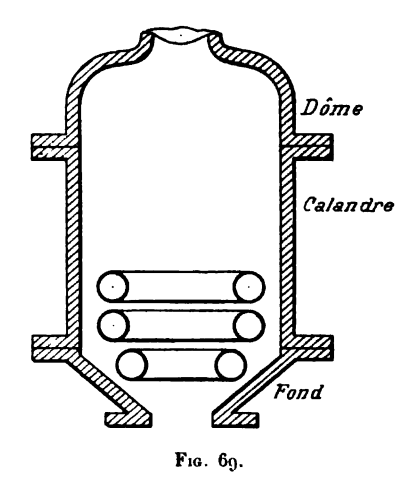


Fig. 69.

1° Par un récipient fermé (cylindrique le plus souvent) formé de trois parties :

a. Le dôme.

b. La calandre.

c. Le fond.

La calandre est soit en tôle, rivée sur le dôme et boulonnée sur le fond, soit venue de fonderie avec le dôme, soit en fonte, et indépendante du dôme et du fond.

Le fond est en fonte et se trouve boulonné sur la calandre. Il a une forme évasée, en entonnoir, de façon à favoriser l'écoulement de la masse cuite (1).

Afin d'éviter les pertes de chaleur par rayonnement, la caisse est enveloppée d'un revêtement calorifuge (bois, feutre, etc.).

Le fond présente à sa partie inférieure la porte de vidange, qu'on peut ouvrir au moment de la coulée, mais qui reste toujours fermée pendant l'opération de la cuite.

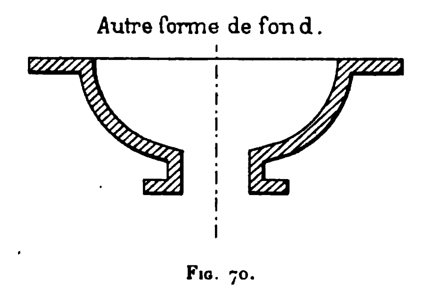


Fig. 70.

Cette porte est commandée par des leviers, des pignons, etc.

Un volant de manœuvre se trouve placé sous la main du cuiseur ;

2° Un système de *serpentins en cuivre,* indépendants les uns des autres, ou un *faisceau tubulaire* (organe de chauffe).

Ces serpentins sont d'un assez gros diamètre qui varie entre 100 et 150 millimètres suivant l'importance de l'appareil.

A chaque serpentin correspond :

a. Une soupape de prise de vapeur directe branchée sur la tuyauterie de vapeur directe qui contourne l'appareil (appelé encore culotte) et une autre soupape spéciale permet son isolement de la conduite générale de vapeur ;

---

(1) On adopte pour le fond soit la forme ronde soit la forme ovoïde.

b. Un système permettant l'évacuation des eaux de condensations (retours) qui se forment dans les serpentins (boîtes allemandes, ou pompes, ou purgeurs spéciaux).

La vapeur circule dans les serpentins et produit le chauffage.

Ces serpentins sont disposés suivant une hélice conique. Nous entendons par hélice conique, une hélice engendrée sur un cône ; suivant également une calotte sphérique, de façon à occuper le fond de l'appareil.

Le 1er serpentin en partant du fond de la chaudière se trouve dans le fond, le second se trouve immédiatement au-dessus du premier, mais il a un plus grand développement.

Le troisième est encore au-dessus et s'enroule autour de la calandre jusqu'au tiers de sa hauteur environ ;

3° Au-dessus du dôme se trouve, en général, un vase de sûreté destiné à retenir comme dans le triple-effet, les vésicules sucrées en cas d'entraînements et d'enlèvements (1).

Dans le cas où il existe, c'est sur le dôme que se trouve la prise de vide de la pompe à air.

4° Un robinet d'alimentation de sirop placé sous la main du cuiseur.

5° Soupape d'eau du condenseur ou valve de commande du vide central (2).

2. Organes secondaires. — La chaudière à cuire porte en outre :

1° Une sonde permettant de prélever des échantillons pendant la marche et de renseigner ainsi le cuiseur sur la marche de l'opération.

La sonde se compose d'une longue tige cylindrique en bronze ; elle glisse dans une monture en bronze, boulonnée sur la calandre.

---

(1) On l'appelle encore ralentisseur ou désucreur.

(2) Il y a des chaudières à cuire qui possèdent jusqu'à cinq jeux de serpentins.

Cette tige pénètre dans l'intérieur de la chaudière, d'une longueur suffisante ; elle présente une encoche vers son extrémité, c'est dans cette encoche que se loge l'échantillon prélevé.

Une manette permet de la faire glisser dans sa monture ;

2° Une petite tuyauterie permettant d'introduire de la vapeur dans la chaudière pour la nettoyer (*rinceur*). Elle fait fondre les particules sucrées qui ont pu rester dans la chaudière après la vidange.

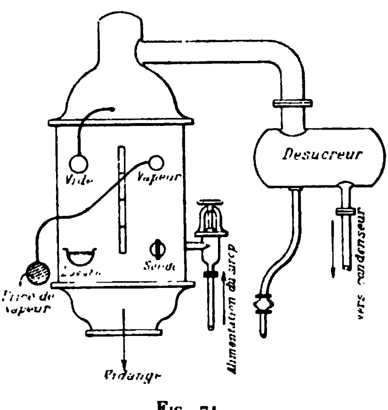


Fig. 71.

3° *Glaces-lunettes* permettant d'examiner à chaque instant la marche de l'opération.

4° *Manomètres.*

La chaudière porte 2 manomètres :

a. Manomètre pour pression de vapeur ;

b. Manomètre-indicateur de vide et de température.

Le manomètre à vapeur est gradué de 0 à 8 kilogrammes.

Le manomètre-indicateur de vide indique le vide en pouces, et en centimètres de mercure, enfin une division concentrique porte les températures.

5° Une tuyauterie permettant d'introduire des égouts ou des mélasses dans l'appareil.

6° Une plaque de verre pour le cuiseur, un seau, un linge

et une lampe pouvant se déplacer longitudinalement devant les regards en verre (gaz ou électricité).

7° Robinet de rentrée d'air et robinet à graisse.

Production du vide. — Le vide est produit dans l'appareil par une pompe à air humide ou à air sèche ; c'est-à-dire comme dans le triple-effet.

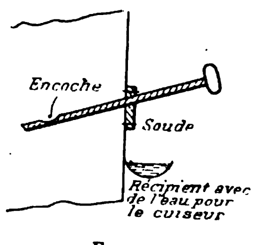


Fig. 72.

Les installations récentes comprennent une pompe à air sèche *unique*, fournissant une station de vide pour le triple-effet, pour la chaudière à cuire, etc.

Proportions. — Comme pour le triple-effet, les calandres des chaudières à cuire se font actuellement beaucoup plus hautes.

Ainsi les cuites Cail de l'ancien type avaient à peu près les dimensions suivantes rapportées au diamètre D :

Notations :
- h_c = hauteur de la calandre.
- h_D = hauteur du dôme.
- h_r = hauteur du fond.
- H = hauteur totale.
- D = diamètre.

$$\frac{h}{D} = 1{,}08 \text{ à } 1{,}10.$$

$$\frac{h_D}{h_c} = \frac{1}{5}. \qquad h_D = \frac{h_c}{5}.$$

$$\frac{h_r}{h_c} = \frac{1}{5}. \qquad h_r = \frac{h_c}{5} = h_D.$$

$$H = 1{,}4 \text{ à } 1{,}5 \times D.$$

Aujourd'hui on porte facilement la hauteur de la calandre à :

$$h_c = 1{,}20,\ 1{,}25 \text{ et même } 1{,}30 \times D.$$

Enfin aujourd'hui on a tenté de remplacer les chaudières verticales par des chaudières *horizontales*, telle est la :

Chaudière a cuire de Lexa-Hérold. — Cette cuite est du type horizontal. Les tubes de chauffage sont horizontaux. Ces tubes sont rangés en trois groupes distincts permettant de chauffer avec de la vapeur de retour du 1er corps et avec de la vapeur du 2e corps ; enfin une partie des tubes, ceux de la partie inférieure, peuvent recevoir de la vapeur directe, pour soulever la masse.

Enfin un ralentisseur surmonte la chaudière.

Chaudière a cuire Jelinck. — C'est encore une chaudière à cuire du type horizontal. Elle se compose essentiellement d'une caisse horizontale tubulaire ; le chauffage est disposé suivant trois étages : la vapeur parcourt ainsi un certain nombre de fois la caisse et produit tout son effet utile; c'est en somme un système de chauffage à triple-circulation. La chaudière porte 3 portes de vidanges et des hélices placées à l'intérieur attirent la masse cuite vers les portes quand la cuite est terminée (fig. 73).

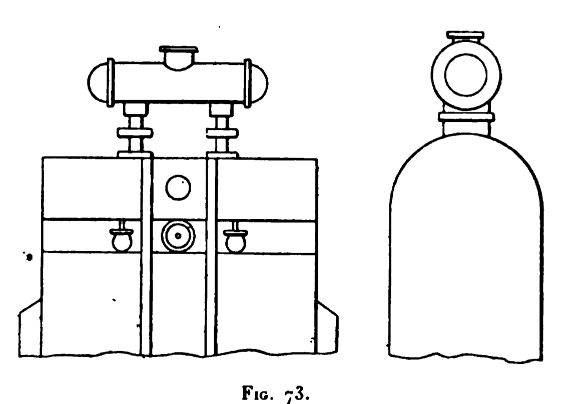


Fig. 73.

Chaudière a cuire de Freytag-Lenz. — Cette chaudière à cuire est essentiellement constituée par un appareil cylindrique à fond conique. Le système de chauffage est tubulaire

et se trouve placé très bas. Au centre se trouve une hélice dont le pas est tel que la masse cuite obéit à un mouvement de haut en bas.

Le fond de la chaudière est double et à chemise de vapeur. Sur le pourtour du système tubulaire se trouvent les chambres de circulation.

Pendant la cuite la masse est maintenue assez serrée, puis quand l'appareil est plein on fait couler dans un malaxeur fermé où commence le refroidissement qui dure 100 heures au minimum, on agite toutes les deux heures 5 à 6 minutes.

Cette chaudière est surtout avantageuse pour les traitements d'égouts.

Cuites Greiner. — Ce sont des chaudières horizontales et à serpentins, mais ces serpentins ont une disposition particulière.

Chaque branche se réunit à un élément vertical creux qui distribue la vapeur de chauffage.

Enfin on a imaginé d'autres systèmes de cuite ayant pour objet la cristallisation en mouvement.

Chaudières a cuire en mouvement. — Ces chaudières se composent d'une chaudière à cuire ordinaire du type horizontal ou vertical, avec une tuyauterie de vapeurs, tubulaire ou à serpentins, ou encore à la fois tubulaire et à serpentins. Ces chaudières sont munies d'un système de malaxeur, dans l'intérieur. Ce malaxeur affecte diverses formes selon les constructeurs.

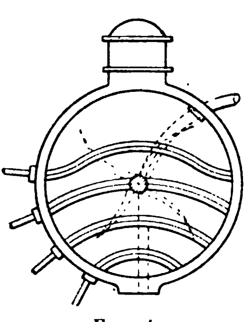


Fig. 74.

Parmi ce type de chaudières à cuire en mouvement, nous citerons simplement :

a. Chaudière à cuire horizontale, de Reboux. — C'est un véritable malaxeur à arbre horizontal muni de bras disposés en hélice ; un serpentin se trouve au fond. Au-dessus, le sys-

tème de chauffage est constitué par 4 parties distinctes. Ce sont des tubes horizontaux, quelquefois légèrement cintrés ou arqués pour augmenter la surface de chauffe. Ces 4 parties constituant le chauffage sont indépendantes et permettent d'introduire de la vapeur dans chacun de ces groupes au fur et à mesure que la masse monte dans l'appareil.

L'appareil est surmonté d'un dôme et d'un ralentisseur.

Enfin on peut employer soit de la vapeur directe, soit de la vapeur de retours ou vapeur détendue.

La seconde catégorie des cuites en mouvement comprend :

Chaudières à cuire en mouvement. Type vertical. — Le type de ces chaudières est la cuite *Grossé.*

b. Chaudière à cuire verticale en mouvement de Grossé

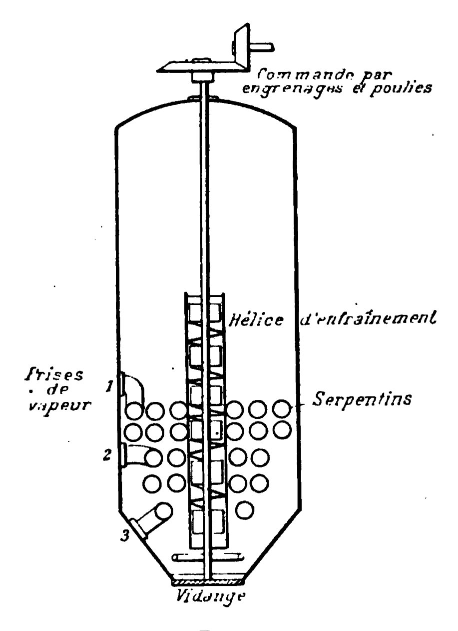


Fig. 75.

(fig. 75). — C'est une cuite ordinaire à très haute calandre et portant un arbre vertical traversant tout l'appareil. Cet

arbre est muni de bras malaxeurs. Le malaxage est commandé par un système d'engrenages en pignon d'angle et par une transmission par courroie.

Cette chaudière à cuire a été employée à la sucrerie de Venizel où elle a donné de bons résultats.

Le système de chauffage est constitué par 3 serpentins.

Deux thermomètres donnent l'un la température de la masse inférieure et l'autre la température de la couche supérieure.

On aspire d'abord des égouts jusqu'au tiers de l'appareil ; on graine, puis on nourrit les cristaux par aspiration lente. Quand la période d'emplissage est terminée on commence l'épuisement.

Pour cela on chauffe avec des vapeurs très détendues. Puis on fait descendre la température lentement en même temps qu'on met l'hélice en mouvement. On turbine et on produit des roux à 85° qu'on refond dans les jus de 2e carbonatation.

Modifications apportées aux cuites ordinaires. — Les diverses modifications apportées aux cuites ordinaires ont eu toutes pour but de réaliser une économie de vapeurs et partant de combustible. Employer par exemple des vapeurs détendues ou des vapeurs de retours au lieu de vapeur directe.

A cet effet on a modifié les chaudières à cuire ordinaires en leur adjoignant une tuyauterie supplémentaire disposée de façon à avoir une grande surface de chauffe. Telles sont les :

Chaudières en lyre. — Les lyres sont formées de tuyaux affectant la forme d'une lyre, par conséquent ayant un grand développement.

Ces lyres sont groupées par faisceau et chaque faisceau vient aboutir à une boîte, dite boîte à lyres. On peut dès lors, après le grainage qui nécessite un chauffage suffisant, continuer la cuite en introduisant de la vapeur détendue dans les lyres.

Chaudières tubulaires. — Pour les seconds jets et pour les égouts on a également modifié la disposition des cuites ordinaires ; on a construit des chaudières tubulaires.

Chaudières tubulaires et a serpentins. — Enfin on a construit ces derniers temps des chaudières à serpentins et tubulaires. Un ou deux serpentins pour le grainage, et le chauffage par le faisceau tubulaire pour continuer et achever la cuite. Ce type de chaudières à cuire commence à se répandre.

Cuite des seconds jets et des égouts. — Les seconds jets sont cuits dans des **chaudières à cuire ordinaires**, c'est-à-dire à serpentins, soit encore dans des chaudières tubulaires simplement, ou tubulaires et à serpentins, soit enfin dans des chaudières spéciales chauffées à la vapeur circulant dans un jeu de serpentins, mais sans vide, c'est-à-dire à l'air libre et sous la pression extérieure de l'atmosphère. Ces chaudières sont dites *bassines*.

Bien qu'il y eût avantage à avoir une chaudière cuisant dans le vide, même pour les seconds jets, beaucoup de sucreries possèdent encore ce type primitif pour la cuisson des seconds jets.

L — CRISTALLISATION EN MOUVEMENT.

1. Principe élémentaire. — Comme nous l'avons vu, pour produire la cristallisation du sucre dans une solution sucrée il faut d'abord amener celle-ci à être sursaturée. Ensuite nous avons vu qu'il fallait, pour rompre l'équilibre des molécules, c'est-à-dire amener la cristallisation, un changement dans l'état physique de la solution ainsi sursaturée, et une *variation brusque* (refroidissement, etc.).

Mais, en sucrerie, quand on a provoqué la cristallisation du sucre dans les sirops sursaturés, toute la masse n'est pas transformée en cristaux et il reste encore autour de

ces cristaux une solution sucrée sursaturée au sein de laquelle nagent les cristaux. Ce liquide est dit *eau-mère.*

Si alors dans cette masse cuite constituée par l'ensemble des cristaux et par l'eau-mère, nous provoquons encore un changement physique dans l'état des molécules (refroidissement, etc.) nous provoquerons encore une nouvelle cristallisation, l'eau-mère représentant encore une solution sucrée sursaturée.

Ainsi l'eau-mère ou la solution sursaturée de sucre à une température de 80°, par exemple, devient encore plus sursaturée à 45°.

Donc, pendant le refroidissement, il se produit un égout ou eau-mère plus sursaturée.

Mais si on opérait dans ces conditions, il se produirait de *fins cristaux* (*micro-cristaux*) et il est bien naturel d'essayer de grouper ces fins cristaux autour de ceux qui étaient formés dans la masse cuite.

C'est ce qu'on appelle *nourrir* ou *grossir* ces cristaux.

L'expérience a montré que si on donne à la masse cuite un mouvement dans des appareils destinés à cet effet et appelés *malaxeurs*, il s'établit des points d'attraction entre les cristaux formés et ceux qui se forment ; l'équilibre de la sursaturation se trouve détruit à chaque instant, puis de nouveau la sursaturation des eaux-mères fournit d'autres cristaux venant grossir ceux qui étaient déjà formés.

D'où l'utilité des *malaxeurs* ou des *cristalliseurs.*

Les malaxeurs ou cristalliseurs en *mouvement* se distinguent en deux classes :

1. *Malaxeurs-cristalliseurs ouverts.*

2. *Malaxeurs-cristalliseurs fermés dans le vide, et sans vide*

1. Malaxeurs-cristalliseurs ouverts. — Ces malaxeurs sont en tôle et d'une forme en général hémi-cylindrique avec une surhausse. Leurs profils sont analogues à celui que nous indiquons ci-dessous. L'arbre portant les bras malaxeurs, disposés en hélice et fixés à celui-ci par des tenons boulonnés,

traverse le malaxeur dans le sens de sa longueur. L'arbre est commandé par un engrenage à chevron (fig. 76).

Enfin une enveloppe en tôle faisant double fond entoure entièrement le malaxeur. A cette double enveloppe correspond :

(*a*) Une prise d'eau froide circulant dans l'enveloppe.

(*b*) Une vidange par trop-plein de l'eau circulant constamment dans l'enveloppe.

(*c*) Une prise de vapeur permettant de faire passer de la vapeur dans la double enveloppe et pouvant produire tour à tour un réchauffage de la masse, puis un refroidissement.

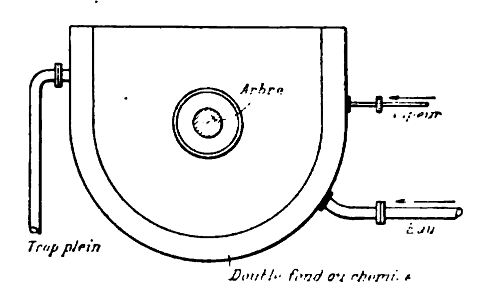


Fig. 76.

Dimensions. — Les malaxeurs ouverts, malgré l'engouement général qui s'est emparé de toutes les sucreries, ont une efficacité très-relative au point de vue de la réalisation de la cristallisation en mouvement. On doit plutôt les considérer comme des *préparateurs au turbinage* en rendant les masses plus homogènes et en maintenant constamment leur fluidité.

On doit prendre un nombre de malaxeurs tels que la contenance totale de ceux-ci soit *au moins* égale à 4 fois la contenance utile de la chaudière à cuire.

On construira chaque malaxeur de façon à pouvoir y couler largement une cuite et à pouvoir y ajouter son volume d'égouts.

Par exemple, pour une usine de 300 tonnes de betteraves

on avait 3 malaxeurs ouverts de 268 hectolitres de capacité pour chacun d'eux. Soit :

D le diamètre du malaxeur (intérieur).

h la hauteur intérieure, c'est-à-dire sans tenir compte de l'enveloppe.

l la longueur, on prendra :

$$\begin{cases} h = D \\ l = 4 \text{ à } 4.5 \times D. \end{cases}$$

TYPES DE MALAXEURS OUVERTS. — 1. *Malaxeur Stammer-Bock.* — Le malaxeur est composé d'un récipient hémicylindrique à double fond pour le réchauffage ou le refroidissement.

2. *Malaxeur Ragot et Tourneur.* — Dans ce type de malaxeur, les arbres produisant le malaxage de la masse sont remplacés par des serpentins disposés en hélice.

Dans ces serpentins on peut faire circuler à volonté soit de l'eau froide, de la vapeur à basse pression ou de l'eau chaude.

Le tuyau est maintenu rigide par des traverses et des colliers. Le nombre de tours de l'arbre est de 2 par minute environ.

3. *Malaxeurs ouverts de la Société des Chaudronneries du Nord de la France.* — Dans ce type de malaxeurs, l'arbre de commande est divisé en deux parties par une cloison. L'eau ou la vapeur pénètre par un orifice dans une des moitiés de l'arbre, qui est creux dans cette partie ; puis passe dans des tubes dits tubes mélangeurs se dirigeant dans l'autre chambre et sort par un orifice latéral. Chaque tube (genre du malaxeur précédent) part du centre de l'appareil et y revient après avoir contourné la paroi. Ces tubes sont de forme elliptique.

4. *Malaxeurs ouverts munis d'agitateurs du système Prangey et de Grobert.* — MM. Prangey et de Grobert ont imaginé un système de malaxage extrêmement intéressant.

A cet effet, l'arbre de commande du malaxeur porte une

série de segments pleins, en fer, assemblés de façon à présenter une forme hélicoïdale. Toutes les hélices ainsi formées aboutissent à l'arbre central et commencent avec le même rayon. On peut comparer ceci à un ruban métallique fixé à l'arbre par des bras.

Une autre série d'hélices, de *pas contraire* à celles décrites plus haut, se trouvent également fixées à l'arbre.

L'arbre étant mis en mouvement, la masse qui se trouve le long des parois est ramenée au centre de l'appareil et inversement la masse se trouvant au centre se trouve propulsée sur les bords.

Ajoutons que la première série d'hélices sont des hélices coniques, c'est-à-dire tracées sur une surface conique, tandis que les secondes sont des hélices cylindriques. Comme on le voit, les surfaces de contact de la masse sont constamment renouvelées et c'est là une des conditions primordiales de la cristallisation en mouvement.

Ce système d'agitation s'applique aussi bien aux appareils verticaux qu'aux appareils horizontaux.

2. MALAXEURS-CRISTALLISEURS FERMÉS ET DANS LE VIDE. — Le malaxage dans le vide peut se faire soit :

a. dans certains types de chaudières à cuire (Grossé, etc.),

b. dans des appareils spéciaux dits malaxeurs fermés (1).

Nous avons donné une description de la cuite Grossé et nous ne reviendrons pas sur la cristallisation en mouvement s'opérant dans les chaudières à cuire.

TYPES DE MALAXEURS FERMÉS. — 1. *Malaxeurs Huch et Lanke.* — Ces malaxeurs, appelés encore cristallisoirs, sont constitués par une enveloppe en tôle, munie d'un double fond hémisphérique et d'un système de malaxeurs tournant lentement et tenant constamment la masse en mouvement.

Le malaxeur est formé par une série de bras disposés per-

(1) On peut encore les envisager comme des malaxeurs cuiseurs.

pendiculairement à l'arbre. Le dôme du malaxeur est relié par une tubulure communiquant avec l'appareil à cuire, avec la pompe à air et avec la caisse à sirop pour le chauffage.

2. *Malaxeur fermé dans le vide de MM. Prangey et de Grobert.* — Le malaxeur fermé de MM. Prangey et de Grobert est une très heureuse modification du malaxeur de Huch (fig. 77).

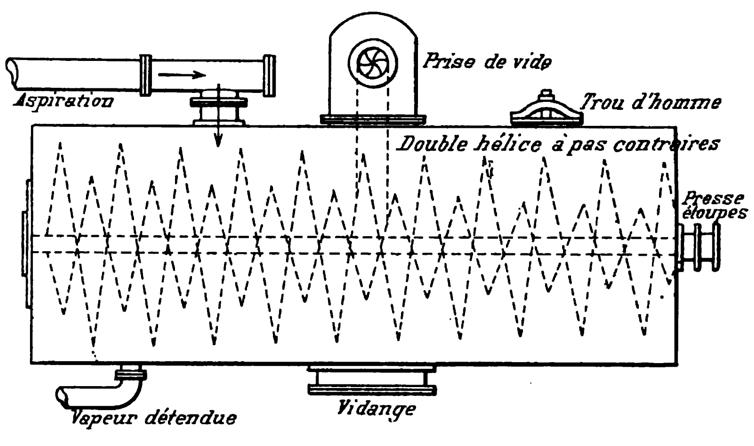


Fig. 77.

Il se compose d'un cylindre horizontal, entièrement fermé et surmonté d'un dôme. Il porte de plus une prise de vide, une ou plusieurs tubulures de remplissage, une ou plusieurs tubulures de vidange. Le chauffage de la masse enfermée dans l'appareil, est réalisé au moyen de vapeur introduite dans une double enveloppe entourant environ la moitié du cylindre.

Le système de malaxage est celui adopté dans le malaxeur ouvert des mêmes inventeurs, dont nous avons parlé plus haut.

L'arbre de commande est mis en mouvement par un système de poulies et d'engrenages (engrenages coniques avec vis hélicoïde) placé à l'extérieur du cylindre, à l'un des bouts.

Une presse-étoupes assure l'étanchéité de l'appareil. De l'autre côté, l'arbre tourne dans un palier fermé pour empêcher l'air de s'introduire dans l'appareil pendant le fonctionnement.

Conclusions. — Les malaxeurs fermés et dans le vide peuvent être considérés comme des *malaxeurs-cuiseurs*. Tous procèdent de la même idée, c'est-à-dire produire des solutions sursaturées de sucre, détruire l'équilibre instable de la sursaturation, pour reproduire une nouvelle solution sursaturée, détruire encore ce nouvel équilibre et favoriser ainsi le nourrissage des cristaux en même temps que l'appauvrissement de l'eau mère ou de l'égout.

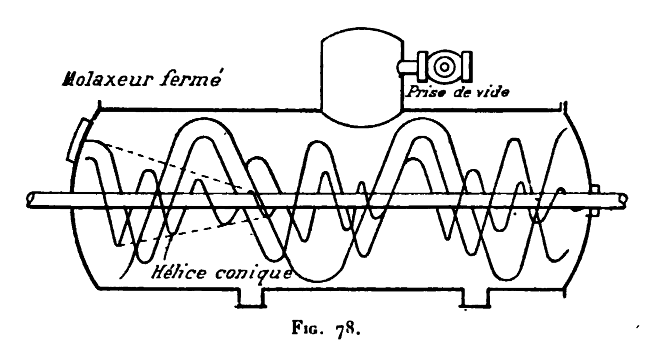


Fig. 78.

Cristallisation en repos. — La cuite étant terminée, la masse cuite est coulée, soit :

1° *Dans un malaxeur fermé,* où elle se trouve malaxée un certain temps, puis de là elle est encore coulée dans un malaxeur ouvert ou dans un bac, soit : 2° *directement dans un malaxeur ouvert,* pour les usines ne possédant pas de malaxeur fermé, soit : 3° *dans un ou plusieurs bacs d'attente ou dans des petites caisses* (dites caisses Schutzenbach), pour les usines ne possédant ni malaxeur fermé, ni malaxeur ouvert.

1° Bacs. — Ces bacs n'ont rien de particulier. Ils sont en tôle. Des entretoises maintiennent les tôles à cause de la dilatation au moment du coulage des masses cuites.

2° Caisses Schutzenbach. — On se sert encore, mais leur emploi disparaît de plus en plus, de caisses de formes cylindro-conique de petites contenances (75 à 100 litres) et en nombre suffisant, pour y couler toute la masse cuite provenant d'une cuite.

Ces petits bacs sont portés par des chariots.

Ces petites caisses sont placées côté à côté dans la salle de turbinage et on attend leur refroidissement.

La mélasse ou égout s'écoule à la partie inférieure.

La masse cuite par suite du refroidissement et de l'égouttage se prend en masse assez compacte et quand on renverse chaque petit bac le pain de masse cuite tombe. Pour aider à la chute du pain, chaque petite caisse porte une ouverture munie d'un bouchon. Le bouchon étant retiré, on ajuste dans l'ouverture une buse d'un tuyau d'air comprimé qui pousse le pain.

Le pain tombe dans un moulin qui le divise, puis la masse se trouve entraînée aux turbines.

Ce système est surtout en usage, en *raffinerie* il est désigné sous le nom de *lochage des pains*.

Ainsi que nous l'avons dit, ce système tend de plus en plus à disparaître, depuis l'apparition des malaxeurs, qui doivent être préférés à tous les points de vue.

3° Bacs d'emplis. — Ces bacs sont surtout utilisés pour la cristallisation des égouts provenant du turbinage. Ils sont en tôle et maintenus par des entretoises transversales, à cause de la dilatation. On ne devra pas les construire trop grands. Il est absolument prouvé que la cristallisation se fait mieux dans des petits bacs que dans des grands.

M. — TURBINAGE.

Le turbinage a pour but de séparer les cristaux de sucre de l'eau-mère, dans laquelle ils se trouvent en suspension.

Pour réaliser cela, il faut diverses conditions qu'on peut ainsi résumer :

1. Préparer la masse cuite pour le turbinage. — C'est-à-dire la mettre dans un état de fluidité convenable. Cette préparation se fait soit :

a. Dans des bacs avec addition d'égouts, si la masse est trop compacte, et *moulin diviseur*.

b. Dans des malaxeurs.

2. Amener et distribuer la masse cuite aux turbines.

On réalise cela au moyen de :

a. Entraîneurs à hélices. Wagonnets.

b. Nochères inclinées et écoulement naturel vers les distributeurs des turbines.

c. Pompes (Denis), etc.

3. Le turbinage proprement dit (turbines).

Il se divise en 2 opérations.

a. *L'essorage,*

C'est-à-dire la séparation de l'eau-mère et des cristaux par la force centrifuge.

b. *Le clairçage.*

Il a pour but de débarrasser les grains de sucre de l'eau-mère (ou mélasse, ou égouts) qui est restée adhérente à ceux-ci malgré l'essorage, en même temps que de sécher ces cristaux.

Préparation de la masse cuite pour le turbinage. — Nous supposerons que l'usine ne possède pas de malaxeurs, auquel cas la masse cuite tombe directement dans les nochères d'entraînement.

Moulins a diviser la masse cuite. — Le plus simple et le plus commun est constitué par un arbre horizontal, portant un cylindre en fonte avec des dents placées perpendiculairement à l'arbre, soit encore hélicoïdalement (fig. 79).

Les dents en tournant pénètrent un peu entre les barreaux d'une grille fixe, sur laquelle se trouve versée la masse. La

masse *est diluée* si c'est nécessaire, au moyen de *clairce* (égouts, etc.).

Le moulin est surmonté d'une trémie où tombe la masse cuite et la clairce.

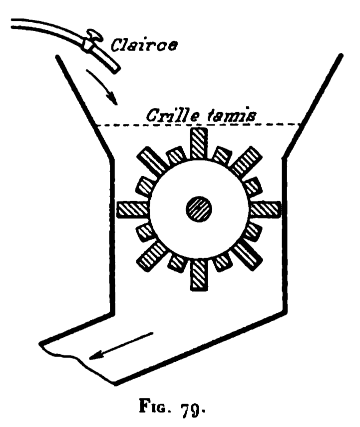


Fig. 79.

Au-dessous, une porte de vidange permet de laisser passer la masse cuite. Quelquefois même elle est supprimée et l'opération est continue.

Moulin Fesca. — M. Fesca a remplacé l'arbre par un système de deux cylindres dentés, puis au-dessous de ces deux cylindres, se trouve des couteaux fixes et mobiles. Les premiers sont disposés sur le pourtour du récipient, les seconds sont liés au cylindre et disposés en spirale.

Transport de la masse cuite aux turbines. — Distribution. — Wagonnets-entraineurs. — La masse-cuite tombe du moulin dans des wagonnets roulant sur des rails, soit encore dans un récipient suspendu par deux tiges portant à leurs parties supérieures deux galets roulant sur un chemin de fer situé au-dessus des turbines.

2. Entraineurs, élévateurs, distributeurs a hélices. — La masse cuite coulant du moulin ou du malaxeur tombe dans une nochère de forme demi-cylindrique en général et à l'intérieur de laquelle tourne une hélice d'entraînement.

C'est en général une hélice du genre de celle d'Archimède comme celle employée pour les élévateurs de betteraves, mais beaucoup plus petite.

3. Nochères. — Si l'on peut disposer d'une pente suffisante, on pourra utiliser des nochères simples, mais ce système n'est pas à conseiller car la distribution ne se fait pas dans de bonnes conditions.

C'est le second qui est le meilleur. Ajoutons qu'on adjoint un *agitateur* tenant toujours homogène la masse(1).

Turbinage. — Turbines centrifuges. — L'opération du turbinage se fait dans des appareils appelés turbines. Ils sont basés sur le principe de la force centrifuge (fig. 80).

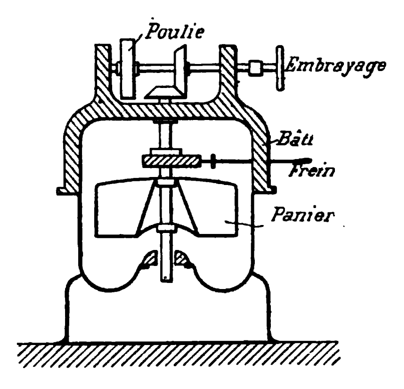


Fig. 80.

Organes essentiels. — Toute turbine centrifuge se compose essentiellement :

1. D'un récipient en tôle de fer traversé par un arbre susceptible de lui donner un mouvement de rotation. Ce récipient est percé de trous et est nommé *tambour* ou *panier*.

(1) A cet effet entre chaque spire d'hélice se trouvent des bras qui agitent la masse et maintiennent la fluidité.

C'est dans le tambour que se trouve versée la masse cuite. Il est ouvert à la partie supérieure.

2. Un second *tambour fixe* et non perforé entoure le premier.

3. Enfin, afin de retenir plus facilement les cristaux qui viendraient boucher les trous du *tambour mobile*, on entoure celui-ci au moyen de *boulons prisonniers*, d'une toile métallique, en laiton le plus souvent, et à fin treillis. Cette toile dite *toile de la turbine* est à l'intérieur du tambour.

Organes secondaires. — Outre ces organes principaux, les turbines sont munies :

1. D'un *système de chargement* de la masse cuite dans la turbine.

2. Un *système de commande* du mouvement.

a. Commande par cônes d'angle ou par courroie.

b. Commande électrique.

3. Un *système de mise en route* de la turbine.

4. Un *système d'arrêt* de la turbine (frein), Corsol ou autres.

5. Un *système permettant de claircer* (tuyauterie de vapeur).

6. Un *système permettant l'évacuation* des égouts de turbinage.

Au point de vue de la disposition de la commande du mouvement, on peut diviser les turbines en :

1. *Turbines à commandes en dessus.*

2. *Turbines à commandes en dessous.*

Au point de vue des dimensions, on peut au contraire diviser les turbines en :

1. *Turbines à petits diamètres.*

2. *Turbines à grands diamètres.*

Au point de vue de leur fonctionnement, on peut au contraire les classer en :

1. *Turbines intermittentes.*

2. *Turbines continues.*

Enfin au point de vue de la nature de la commande, on peut encore les diviser en :

1. *Turbines ordinaires* (à commande par cônes de friction).

2. *Turbines à commandes électriques.*

1. *Turbines à mouvement en dessus et à marche intermittente.*

Nous donnons ci-dessous un croquis schématique de ce type de turbine, qui est encore le plus commun (fig. 80).

Elle se compose toujours des deux tambours, l'un fixe, l'autre mobile.

D'un arbre vertical pour la commande du mouvement, qui reçoit lui-même son mouvement par l'intermédiaire de cônes à friction en fonte, ou en fonte recouverts de carton spécial et comprimé pour adoucir le mouvement.

Le cône supérieur est porté par un arbre horizontal, par conséquent dans une direction perpendiculaire à l'arbre de commande. Cet arbre est muni d'une poulie de transmission du mouvement ainsi que d'un système d'embrayage et de débrayage.

Un volant placé sous la main du turbineur permet de faire déplacer horizontalement l'arbre horizontal et d'éloigner (c'est-à-dire de supprimer le mouvement) ou de rapprocher (c'est-à-dire de mettre en marche la turbine), les deux cônes de friction. Mais bien que les deux cônes fussent écartés, la turbine étant en mouvement, le tambour ou panier, intérieur, continuerait encore à tourner pendant un certain temps en raison de la vitesse acquise et constituerait ainsi une perte de temps pour attendre l'arrêt complet de la turbine. D'où l'utilité d'un frein. Ce frein agit en général sur l'arbre vertical et par friction (frein Corsol) (1).

Il est manié à l'aide d'un levier placé sous la main du turbineur.

(1) C'est un frein à collier.

Enfin la turbine porte un tuyau et un robinet pour le clairçage.

La turbine porte à sa partie supérieure un système de fermeture consistant en un couvercle en tôle, mobile et permettant d'ouvrir la turbine pour son déchargement.

2. *Autres types de turbines.* — Parmi les types de turbines à petits diamètres et à commande en dessus, nous citerons encore les turbines Wauthier, de la C[ie] de Fives-Lilles, etc.

Turbine Fesca à commande au-dessous. — La turbine Fesca a été un des premiers types de turbines à commande en dessous.

L'avantage présenté par ce dernier type de turbine est que le tambour de la turbine est absolument libre dans toute sa surface.

L'arbre de la turbine est soutenu par un système de crapaudines et de colliers. Mais ce qui fait surtout le côté original de la turbine Fesca, c'est son système *régulateur* destiné à corriger l'effet d'une charge distribuée d'une façon inégale dans le panier.

Ce régulateur se compose d'anneaux placés les uns audessus des autres. Ces anneaux sont placés à l'intérieur du cône de distribution se trouvant au bas du panier. Quand la turbine tourne, ces anneaux ballottent en suivant le mouvement du panier, mais la vitesse de rotation s'accentuant les distribue contre les parois de la boîte qui les contient et rétablit l'équilibre, c'est-à-dire la verticalité de l'axe de rotation. La turbine est commandée par des courroies croisées. Un frein est ajouté à la turbine.

Nous citerons encore la *turbine Hepwarth* construite par la C[ie] de Fives-Lille ; c'est une turbine suspendue. La vidange se fait par le fond au moyen de trappes.

La *turbine Weston* est également une turbine suspendue.

Turbine continue Szczeniowski et Piontkowski. — C'est une turbine continue c'est-à-dire à marche continue.

Le panier a une forme conique. La masse cuite se trouvant

déversée dans le panier à mesure que la turbine tourne, la masse s'élève peu à peu sous l'action de la force centrifuge et les grains se déversent par le bord supérieur. Un collecteur placé au-dessous les reçoit.

Elle est construite par les anciens établissements Cail.

Turbine à commande en dessous et à grand diamètre (à commande par courroie ou à commande électrique) de Mollet-Fontaine. — Ce type de turbine est très bien étudié. Nous l'avons vue fonctionner plusieurs campagnes et sans aucun but de réclame on peut déclarer que c'est un type parfait.

Nous donnons ci-dessous un croquis explicatif de ce genre de turbines (fig. 81).

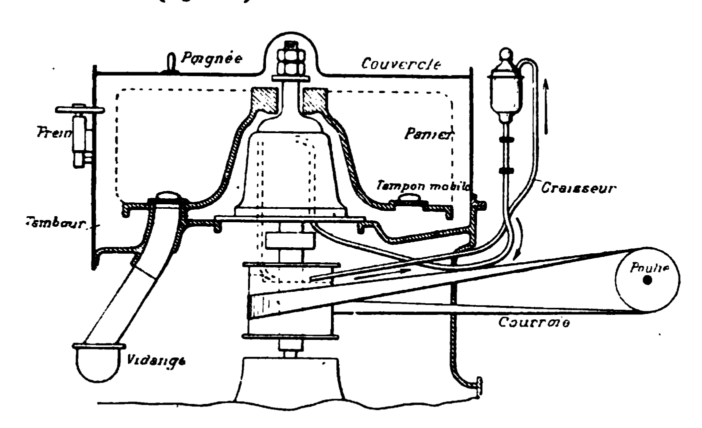


Fig. 81. — Turbine Mollet-Fontaine.

Elles sont à grands diamètres avec vidange par le fond du panier, au moyen de trappes.

Un système de graissage automatique des organes en mouvement susceptibles de chauffer complète son ensemble excellent.

Turbine automatique de Thomas. — Dans cette turbine toutes les opérations du turbinage sont rendues mécaniques.

L'arbre vertical de la turbine reçoit son mouvement par un arbre moteur qui le transmet à la poulie située à l'extrémité de l'arbre et perpendiculairement à son axe, au moyen d'une courroie *torse*. C'est-à-dire que les 2 poulies se trouvent dans 2 plans perpendiculaires. Au-dessus se trouve un arbre commandé lui-même par un autre arbre situé au-dessous parallèlement.

Ces arbres portent des cames à gradins servant à faire varier la vitesse du 1er arbre. De cette façon on peut faire varier la durée du turbinage.

La turbine porte en outre une série d'autres organes, déclics, régulateurs à boule, etc., qui font toutes les opérations successives du turbinage.

Le panier étant arrêté, le mesureur de masse cuite s'emplit, puis se vide dans la turbine, la turbine se met alors en route, puis au moment voulu le clairçage commence.

Enfin, la turbine ralentit, les portes de vidange s'ouvrent, des râteaux enlèvent le sucre sur les toiles et le font tomber dans un entraîneur. Puis l'opération recommence.

En somme, c'est une turbine qui exige simplement une surveillance.

Nous citerons encore les turbines centrifuges Hignette à mouvement en dessous.

Turbines électriques. — Les turbines électriques ne diffèrent des autres turbines que par le mode de transmission.

La commande électrique est en effet plus commode que la commande par transmission (courroies, câbles, etc.).

De plus elle présente, en outre, comme avantages :

1° Une grande économie de force motrice ;

2° Suppression des arrêts dus aux transmissions (courroie qui tombe ou qui glisse, etc.).

En sucrerie la transmission électrique se généralise de plus en plus et on l'applique en général à des groupes de transmissions.

C'est ainsi qu'en dehors des turbines on applique la commande électrique aux pompes centrifuges simples ou conjuguées. Ces pompes peuvent être alors mises en marche ou arrêtées à distance, ce qui constitue un avantage sérieux ; on peut également faire varier à volonté la vitesse, condition indispensable pour obtenir un bon rendement.

Surchauffeurs de vapeur pour turbinages. — Ces derniers temps on a eu l'idée pour accélérer la vitesse du turbinage d'employer au lieu de vapeur à faible densité ou vapeur détendue, d'employer de la vapeur surchauffée.

Déjà dans les procédés de clairçage Kœrting et Falsche, on utilisait dans l'un de l'eau sous forme d'injection au moyen d'un injecteur, dans le second on commence le clairçage avec de l'égout provenant du clairçage à la vapeur d'une turbine précédente, puis on achève avec de la vapeur.

Dans le système à la vapeur surchauffée on n'introduit celle-ci que dans la dernière période du turbinage. La vapeur surchauffée ne doit être employée qu'avec prudence, on ne devra l'introduire dans la turbine que dans la dernière phase du turbinage. Tous les surchauffeurs de vapeur peuvent être utilisés à cet effet.

Séparation des égouts. — Dans le turbinage, les égouts qui passent à travers les mailles du panier de la turbine ne sont pas également de même richesse en sucre.

Les égouts correspondants à la période d'essorage, c'est-à-dire avec une très faible introduction de vapeur ou même sans vapeur, sont plus pauvres que ceux qui proviennent de la période de clairçage à la vapeur, en raison de la fonte du sucre. Les premiers sont dits *égouts pauvres,* les seconds, *égouts riches.* La séparation exacte est difficile car souvent l'égout pauvre coule moins rapidement que l'égout riche.

On a eu l'idée de les séparer. Pour cela on se sert de deux moyens :

1. Au moyen de tampons correspondants chacun, l'un aux

égouts pauvres, l'autre aux égouts riches, on dirige les égouts dans 2 conduites disposées à cet effet et les amenant à des bacs collecteurs.

2. Au moyen de distributeurs équilibrés, basés sur la différence de densité des deux sortes d'égouts.

L'égout s'écoule dans une rigole correspondante et se rend dans un bac.

Transport du sucre au magasin après le turbinage. — Le sucre vidé de la turbine soit automatiquement, soit par le fond, soit par le haut, doit être transporté au magasin.

Dans les petites sucreries, l'ensachage se fait aux turbines par les turbineurs, puis les sacs sont transportés au magasin et repesés.

D'autres usines ont un récipient en tôle, roulant sur des rails passant devant les turbines. Cette trémie est remplie, puis on la déverse par bascule dans une autre trémie correspondant à un élévateur à godets, soit à un entraîneur à hélice, selon les dispositions adoptées.

Dans les turbines à vidange par le fond, le sucre tombe directement dans l'entraîneur et se trouve amené aù magasin par des élévateurs et des entraîneurs divers ; quand le sucre est élevé au moyen d'un élévateur à godets on le fait passer en général dans un tamiseur rotatif.

Transporteur Kreiss. — Le transporteur Kreiss est constitué par une table d'entraînement à secousses, commandée par poulie.

La table peut être abaissée ou élevée.

Le sucre est ainsi poussé et entraîné.

Les hélices ont un inconvénient, c'est d'enlever au sucre tout le brillant des cristaux. Ceux-ci s'émerisent avec la poudre de sucre qui se trouve toujours dans l'entraîneur et les cristaux sont absolument mats.

N. — PRODUCTION DE LA FORCE POUR LA MARCHE D'UNE SUCRERIE.

A tout travail correspond une force; en sucrerie la force est produite sous forme de vapeur d'eau, prenant elle-même naissance par l'évaporation d'eau chauffée dans des récipients clos et résistants appelés: *chaudières à vapeur* ou *générateurs de vapeur*.

1. *Production de la vapeur en sucrerie. — Générateurs de vapeur.* — La sucrerie est une des industries qui consomme le plus de vapeur en raison de tous les travaux qui en font l'objet et qui s'opèrent sous l'action de la chaleur. Sans compter la vapeur nécessaire au fonctionnement des divers moteurs (machines à vapeur, pompes, etc.).

L'eau soumise à l'action d'une source de chaleur suffisante se transforme en vapeur. Si cette transformation se fait dans un récipient clos cette vapeur arrive à posséder une certaine force élastique qui croît avec la température et qui se trouve utilisée dans les moteurs appelés *machines à vapeur,* tandis qu'elle se trouve produite dans les appareils *appelés chaudières* ou *générateurs.*

Un générateur se composera donc essentiellement:

I. *D'un récipient renfermant l'eau destinée à produire de la vapeur.*

II. *D'une source de chaleur échauffant la masse d'eau du récipient.*

Nous étudierons d'abord comment on produit la source ou le foyer de chaleur, ensuite nous verrons comment on l'utilise.

1. Source de chaleur. — La source de chaleur est fournie par la *combustion* d'un corps combustible.

Le corps combustible le plus employé est le *charbon* (houille, coke, etc.).

La combustion est une réaction chimique s'opérant entre l'oxygène qui se trouve dans l'air et un corps capable de se combiner avec lui (1). Cette combinaison dégage une certaine quantité de chaleur dite *chaleur de combustion*.

Les combustibles peuvent être solides, liquides ou gazeux.

1. *Du combustible.* — Le combustible employé en général en sucrerie est le charbon de houille.

Une bonne houille doit satisfaire aux conditions suivantes:

1° *Avoir une grande capacité calorifique;*

2° *Flamber rapidement;*

3° *Avoir une grande densité;*

4° *Donner peu de déchets;*

5° *Ne pas contenir de soufre.*

Les houilles se classent suivant leur teneur en produits volatils, houilles grasses (houilles contenant une grande quantité de produits volatils combustiles), houilles maigres c'est l'inverse. Entre ces deux sortes on classe les houilles demi-grasses, demi-maigres, etc.

Enfin suivant la grosseur des morceaux on les désigne par houille en bloc (2), gros, gailletterie, menu, tout-venant, fines.

Pour les sucreries on prend le plus souvent du tout-venant demi-gras, 10 pour 100 de cendres au maximum et 3 à 5 pour 100 d'humidité.

Les charbons arrivant à l'usine sur wagons ouverts (vracs) sont déchargés et mis en tas sur une aire plane. On devra naturellement en contrôler le poids.

L'aire où se pratiquera la décharge devra être choisie de préférence à proximité des générateurs avec lesquels elle sera reliée par des wagonnets roulant sur des rails (type Decauville).

Les marchés de charbon se feront avec les usines 4 à 5 mois avant la fabrication et on profitera d'un moment de

(1) Pour les combustibles (houille, etc.) c'est le carbone en majeure partie.

(2) Ou en mattes.

baisse si on le peut. Les marchés se font aussi pour plusieurs années.

2. *Foyers.* — La combustion fournissant la chaleur se produit dans une partie spéciale des chaudières, appelée *le foyer* (fig. 82).

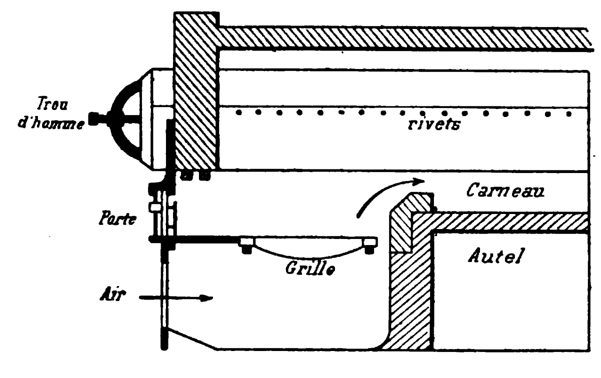


FIG. 82.

Quel que soit le combustible employé tout foyer se compose :

a) D'un *brûleur* ou *grille* supportant le combustible qui brûle.

b) *Des carneaux* servant à diriger les gaz produits par la combustion, autour de la chaudière, et à les utiliser le mieux possible.

c) *Un aspirateur* ou *un refouleur* destiné à fournir l'air nécessaire à la combustion. L'aspiration est fournie par un appel d'air se produisant dans *une haute cheminée.* Le refouleur ne nous intéresse pas. Cet appel d'air produit par la cheminée est encore appelé *tirage*; il se règle par les *registres.*

Foyer ordinaire. — Au point de vue des foyers les chaudières peuvent se classer en chaudières à *foyer extérieur* et en chaudières à *foyer intérieur.*

Tout foyer à houille se compose :

1° *D'une grille* au-dessous de laquelle se trouve le cendrier et au-dessus une chambre dite chambre de combus-

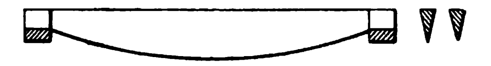


Fig. 83. — Barreau de grille.

tion. Une porte mobile dite porte du foyer permet de charger le combustible sur la grille. La grille est formée de barreaux en fonte de différents systèmes permettant à l'air de passer entre et d'entretenir la combustion.

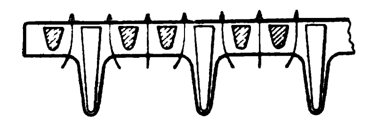


Fig. 84. — Grille Crèvecœur.

2° *Des carneaux* ou conduites en maçonnerie réfractaire pour le passage des gaz. Une saillie dans la paroi entre l'orifice d'évacuation des gaz et la grille est dite *autel*.

Le plus souvent le foyer est extérieur.

Surface de grille. — Soit π la quantité de chaleur à fournir à la chaudière en une heure.

Soit ρ le rendement du foyer.

p le poids de combustible qu'on peut brûler par mètre carré de grille et par heure.

s la surface de la grille.

N la puissance calorifique du combustible; on a comme quantité de chaleur utilisable en une heure:

$$\pi = \rho p s \mathrm{N}.$$

Divers types de foyers. — Le nombre des foyers est aussi grand que celui des constructeurs (1).

Disons simplement que tous tendent à donner la meilleure utilisation du combustible.

---

(1) On construit aussi des foyers dits soufflés, c'est-à-dire à tirage forcé permettant de brûler des charbons de basse qualité ou des menus.

Enfin, ces derniers temps, on a tenté d'établir des foyers à *chargements continus* pour l'utilisation de combustible de basse qualité. Un système reçoit le combustible et le distribue d'une façon continue sur la grille (Foyer Dulac, Pagen, etc.).

2. Générateurs de vapeur. — Toute chaudière à vapeur est formée d'un récipient contenant l'eau à transformer en vapeur et qu'on place au-dessus du foyer. Ce récipient a une forme cylindrique parce que c'est la forme qui offre le plus de résistance pour les parois.

La surface des parois de la chaudière qui se trouve en contact avec les flammes soit directement, soit par retour de flamme, est dite *surface de chauffe*. Suivant le point de vue auquel on se place on peut distinguer :

1° Générateurs	à foyers extérieurs, à foyers intérieurs (Galloway, Grener).
2° Générateurs	horizontaux, verticaux.
3° Générateurs	cylindriques simples, — — et à bouilleurs, cylindriques tubulaires ou multitubulaires, cylindriques semi-tubulaires, cylindriques tubulaires ou semi-tubulaires avec bouilleurs.
4° Générateurs	à flamme directe, à retour de flamme.
5° Générateurs	à vaporisation lente, à vaporisation rapide.

Nous examinerons simplement le type des chaudières employées en sucrerie, c'est-à-dire les chaudières semi-tubulaires avec ou sans bouilleurs et à foyer extérieur (1).

(1) Ce sont les chaudières les plus répandues en sucrerie, mais les autres types sont aussi parfois employés.

Chaudières à bouilleurs. — Les bouilleurs sont constitués par des cylindres en tôle placés au-dessous du corps principal de la chaudière et reliés avec celui-ci au moyen de branchements en tôle appelés *cuissards*. (fig. 85 et 86).

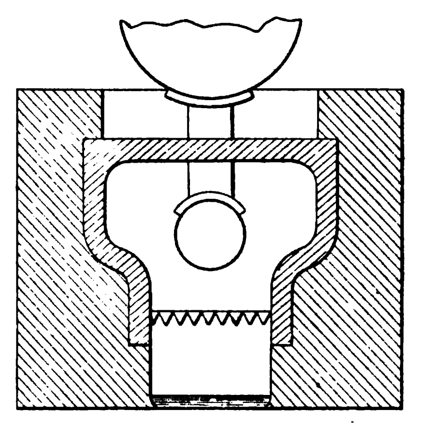


Fig. 85. — Un bouilleur.

En général les chaudières se font à 2 *bouilleurs*, parfois

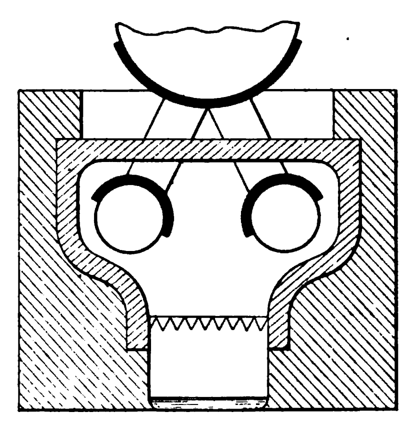


Fig. 86. — Deux bouilleurs.

cependant on se contente d'un seul pour les chaudières peu importantes.

Au-dessus du corps cylindrique principal se trouve le dôme de vapeur.

Ce dôme porte les soupapes de sûreté et la prise de vapeur.

Le niveau de l'eau est indiqué au chauffeur par le tube de niveau d'eau soit également par l'indicateur magnétique Lethuillier et Pinel ou autre.

Le générateur porte comme d'ailleurs tous, un tuyau permettant de remplir d'eau le générateur et de l'alimenter (l'alimentation se fait par le haut généralement), un tuyau permettant de vider le générateur. La vidange se fait dans certains systèmes par le haut, par le bas dans d'autres. Ces tuyauteries sont commandées par des soupapes.

Des pompes alimentaires sont adjointes aux générateurs pour leur fournir l'eau d'alimentation.

Si l'eau est froide on peut utiliser l'*injecteur Giffard* mais en sucrerie ce n'est pas le cas.

Disposition des générateurs. — Les générateurs peuvent être disposés et utilisés de deux façons.

1° *Ou bien ils sont indépendants ;*

2° *Ou bien ils sont reliés entre eux* et communiquent afin d'être en équilibre de pression. Dans ce dernier car ils sont dits en *batterie*.

Distribution de la vapeur. — La vapeur formée se rend dans un ballon de distribution sur lequel se trouvent branchées les tuyauteries devant distribuer la vapeur dans l'usine (fig. 87).

Une tuyauterie branchée également sur le ballon communique avec l'extérieur et permet de « mettre la vapeur dehors » si c'est nécessaire.

Chaque tuyauterie est commandée par une soupape. On compte $2^{m},75$ de S. de chauffe par tonne de betteraves à travailler par 24 heures.

ORGANES ACCESSOIRES DES CHAUDIÈRES. — Chaque chaudière porte en outre un ou deux *manomètres* indiquant à

chaque instant au chauffeur la pression de la vapeur et lui permettant de conduire son feu.

Le *sifflet d'alarme* avertissant le chauffeur que le niveau atteint une limite dangereuse par le manque d'alimentation.

Soupapes de sûreté. — Les soupapes sont en général à levier avec contrepoids calculé de façon que la soupape puisse se soulever au delà d'une certaine pression.

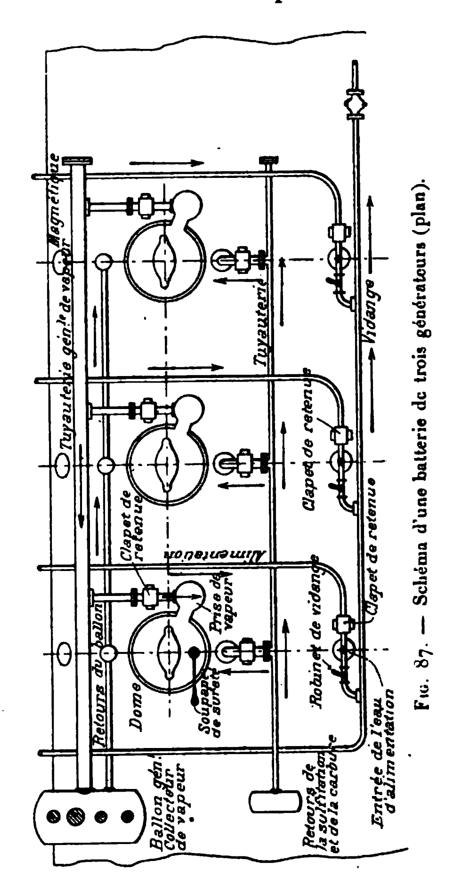


Fig. 87. — Schéma d'une batterie de trois générateurs (plan).

Clapets de retenue de vapeur. — Cet appareil est exigé par les règlements du ministère des Travaux publics (con-

trôle des mines) quand plusieurs chaudières se trouvent en batterie.

Il est destiné à empêcher l'échappement de la vapeur des autres chaudières en cas d'explosion de l'une d'elles.

Les plus connues sont les clapets de retenue Carette, et analogues, Vaultier, etc.

Alimentation des chaudières. — Les chaudières à grand volume d'eau comportent un tuyau d'alimentation qu'on fait en général pénétrer dans la partie la moins chauffée, c'est-à-dire à l'arrière.

Ce tuyau plonge presque jusqu'au fond et il peut servir en même temps de tube de vidange par le haut.

Si la chaudière est à bouilleurs on alimentera dans le réservoir supérieur.

Pour que l'eau d'alimentation pénètre dans la chaudière il faut naturellement l'introduire sous une pression suffisante pour qu'elle puisse vaincre la pression intérieure dans la chaudière. On se sert pour cela presque exclusivement des *pompes d'alimentation*.

Il existe différents types de ces pompes. On devra choisir une pompe très robuste.

La pompe d'alimentation aspirera dans un bac d'attente et ne refoulera pas directement dans les chaudières. Il sera préférable de la faire refouler dans un ballon en communication avec les tuyauteries d'alimentation des chaudières. En sucrerie on utilisera de préférence les eaux de retours comme eaux d'alimentation afin de faire une économie de combustible (1).

Un *clapet de retenue pour l'eau* empêchera l'eau entrée de repasser dans la tuyauterie.

Les eaux d'alimentation étant chaudes, on ne peut utiliser l'injecteur Giffard, ainsi que nous l'avons dit, si ces eaux sont à une température supérieure à 35°.

---

(1) Ces eaux sont en effet chaudes.

CHAPITRE SECOND

PRÉPARATION A LA MISE EN ROUTE. MONTAGE.

Nous avons étudié dans le chapitre précédent, autant que le permet le cadre de ce travail, le matériel composant une sucrerie. Nous en avons fait la description *sans nous préoccuper* des conditions de son bon fonctionnement. Nous allons donner maintenant quelques conseils sur la préparation de la mise en route, puis nous étudierons en détails la pratique de la fabrication.

1. *Lavoirs.* — La fosse de vidange sera nettoyée avec soin. On examinera l'arbre de commande du lavoir pour voir s'il n'a pas été endommagé. Tous les paliers seront démontés et nettoyés avec soin. On démontera en même temps la vanne automatique pour les eaux boueuses. Enfin on remplacera les tôles du laveur si c'est nécessaire, par exemple si celles-ci sont trouées par l'usure.

L'élévateur à vis d'Archimède sera examiné avec soin, surtout à la base.

La bielle du secoueur sera démontée ainsi que l'excentrique.

Pour l'*élévateur* on vérifiera les godets et les crochets d'attache et on s'assurera de leur solidité ainsi que celle des chaînes.

Ils seront dérouillés et peints au *minium*. Tous les paliers graisseurs des divers arbres de transmission seront également nettoyés et mis en état. On ne devra rien laisser passer sans l'examiner attentivement.

2. Coupe-racines. — Le coupe-racine sera tous les ans entièrement remonté après avoir été entièrement démonté après la fabrication. Le plateau sera particulièrement examiné au point de vue de son dressage qui devra être absolument exact. La cuvette et la crapaudine devront être vérifiées avec soin. Toutes les parties seront lubrifiées.

3. Diffusion. — A la diffusion *toutes les soupapes* seront démontées après la fabrication puis remontées. *Les calfats* seront refaits avec soin, ainsi que les joints (nous indiquerons plus loin comment on procède pour ces opérations).

Les *thalpotassimètres seront vérifiés avec soin.* — A cet effet ils seront démontés puis introduits dans un récipient assez profond pour que toute la tige plonge dans l'eau du récipient. On introduira en même temps un thermomètre à mercure étalon dans cette eau et on chauffera. Il devra y avoir concordance absolue entre les températures du thermomètre à mercure et celles du thalpotassimètre de 10° à 85°. S'il en était autrement c'est que le thalpotassimètre serait déréglé et dans ce cas on en ferait le réglage à l'aide du bouton de réglage qu'on aperçoit au centre du cadran divisé et qui a pour effet de tendre plus ou moins le ressort intérieur. Si on possède un indicateur de température d'un autre système, on le vérifiera également avec soin.

Les *tôles perforées* seront débouchées, grattées et nettoyées avec soin puis graissées et remontées.

Les *serpentins ou les tubes* des calorisateurs seront examinés avec soin pour voir s'ils ne présentent pas de perforations.

Les *presses à cossettes* seront également démontées en partie, nettoyées et examinées avec soin.

Les *robinets seront rodés* à nouveau si c'est nécessaire.

Les *bacs mesureurs* seront *grattés, lavés* et *repeints.*

4. Chaulage. — *Les bacs à lait de chaux* seront pafaitement propres et repeints.

La *pompe à lait de chaux sera également démontée* dans ses organes essentiels (piston, clapets, tige de commande) vérifiée et remontée.

Le *four à chaux* sera vidé entièrement, et les barreaux de la porte de vidange nettoyés.

Les *divers bacs* seront, tout au moins lavés avec grand soin, à chaud, puis si c'est nécessaire repeints.

Les *paniers,* se trouvant sur le trajet des pompes à jus seront débouchés, nettoyés, repeints et remontés.

Les *réchauffeurs tubulaires* seront essayés avec de l'eau sous pression, afin de voir s'il n'y a pas de tubes perforés.

5. Carbonatations. — Les barboteurs seront entièrement démontés et nettoyés avec grand soin. Les robinets et soupapes seront également vérifiés (rodés à nouveau, etc.) et le tout remonté. Les chaudières seront repeintes.

6. Filtrations. — Les plateaux des filtres-presses seront entièrement démontés, ainsi que les soupapes et la robinetterie. Les plaques de tôle perforées seront débouchées et nettoyées. Les filtres mécaniques seront également examinés et démontés dans leurs détails.

7. Triple-effet. — Les fonds seront démontés et les faisceaux tubulaires examinés pour voir s'ils ne présentent pas de fuite, à l'aide d'eau sous pression. La robinetterie devra être également passée en revue et remise en état de bon fonctionnement (rodée, si c'est nécessaire). Avant la mise en route on s'assurera si toutes les caisses tiennent bien le vide.

8. Sulfitation. — Le four à soufre sera entièrement démonté ainsi que les tuyauteries et les autres organes (laveurs, compresseur d'air, etc.). Toutes ces parties seront nettoyées avec le plus grand soin et leur bon état de fonctionnement devra être constaté par le contremaître ; les tuyaux perforés, ce qui est fréquent, seront remplacés.

9. ***Cuite.*** — Les serpentins seront grattés et passés à l'acide. La porte de vidange devra être également soigneusement nettoyée. On s'assurera que les serpentins ou les tuyaux des retours ne présentent pas de perforations. Les glaces devront être très claires. Enfin le ralentisseur sera démonté si on présume qu'il y a eu pendant la fabrication des enlèvements. On constatera que la caisse tient bien le vide. Les soupapes seront vérifiées et rodées si c'est nécessaire.

10. ***Malaxage-Turbinage.*** — Les malaxeurs seront parfaitement nettoyés. Les turbines seront démontées ; les paniers nettoyés et les toiles métalliques démontées.

Les organes de mouvement devront aussi être vérifiés avec soin puis remontés et essayés.

11. ***Générateurs.*** — Les générateurs seront soigneusement examinés à l'intérieur par un homme compétent. On verra si les tôles ne présentent pas « de coups de feu », si les tubes ne sont pas brûlés, s'il n'y a pas de cassures dans les tôles ou dans les rivets.

Les trous d'homme seront démontés ainsi que les soupapes et clapets de retenue.

Les pompes alimentaires seront également démontées, examinées et nettoyées. Les fabricants de sucre faisant partie de l'association des propriétaires à vapeur ont toute facilité pour faire examiner leurs générateurs.

12. ***Moteurs divers.*** — Tous les moteurs (machines à vapeur, pompes, etc.) seront démontés dans leurs principaux organes. On démontera tout sauf les volants et le cylindre.

Les organes seront examinés, nettoyés et réparés si c'est nécessaire, puis remontés.

Les dépôts de graisse seront enlevés par lavage au pétrole. Les arbres seront également passés au pétrole, essuyés puis passés à la toile émeri très fine.

Pour les parties présentant des incrustations ou des dépôts (tartre, mastic desséché, etc.), on les grattera à l'aide de grattoirs, puis on les lavera au pétrole jusqu'à ce que ces parties soient bien nettes.

Après un nettoyage complet les pièces seront graissées en attendant leur remontage.

MONTAGE

1. Assemblage des tuyauteries. — Joints. — Les tuyauteries sont soit :

a) *En fonte* ;

b) *En cuivre* ;

c) *En fer* (tôle) ou *acier* (rare.)

Le moyen d'assemblage le plus généralement employé est le mode d'assemblage *par brides* (fig. 88-90).

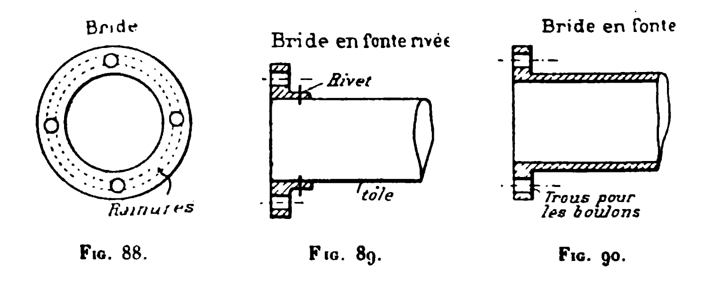


Fig. 88. Fig. 89. Fig. 90.

Si la tuyauterie est en fonte, la bride est venue de fonte avec le tuyau ou la tubulure.

Si elle est en cuivre, la bride est *brasée* sur le tuyau.

Enfin si elle est en fer la bride est soit en fonte, soit en fer et se trouve rivée sur le tuyau.

Pour réunir deux tuyaux il suffira donc de mettre les deux brides en contact, de faire correspondre les trous de boulons et de maintenir les deux surfaces des deux brides, pressées le plus possible, pour en assurer l'étanchéité.

Mais dans le cas de liquides ou de vapeurs sous pression il y aurait encore des fuites, d'où la nécessité des *joints*.

Confection des joints. — Les joints se font à l'aide de mastic et de tresses diverses (chanvre en écheveau, bitord ou toron, ficelle, etc.) soit à l'aide de toiles caoutchoutées ou de feuilles de caoutchouc découpées d'après les dimensions des brides, soit encore de carton d'amiante (1).

Pour bien faire un joint au mastic il faut :

1. *Que les deux brides soient absolument lisses et que les rainures soient bien nettes.*

2. *Employer une tresse tordue,* sans être trop serrée ni trop lâche et la disposer convenablement sur la bride.

3. *Bien répartir le mastic.*

4. *Serrer également sur toute la circonférence de serrage.*

Voici comment on opérera :

Les deux brides à réunir étant absolument lisses, on enduit la surface de contact de l'une d'elles de blanc de céruse, à l'aide d'un petit tampon.

Ceci fait, on fait la tresse en tordant un brin de chanvre en écheveau et on la tord de façon à ce qu'elle ait la même épaisseur partout.

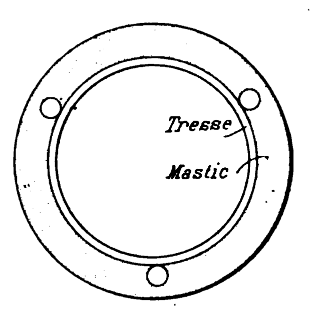


Fig. 91.

On dispose alors sur la bride du mastic dit mastic au minium (2) en une couche égale, et en contournant les trous de boulons. On noie alors la tresse de masttic puis on borde la tresse avec ce même mastic, de façon à la recouvrir. On disposera la tresse de façon à ce qu'elle passe près des trous des boulons. Nous

(1) On peut employer aussi des feuilles de plomb.

(2) En dehors du mastic au minium, on peut également utiliser d'autres mastics, le mastic Serbat, mastic au blanc de zinc, le mastic Français qui est tout préparé.

donnons ci-dessus un schéma pour une bride à trois trous (fig. 91).

Pour les *grands joints*, tels que fonds de triple-effets, de réchauffeurs, etc., au lieu de tresses on emploie du bitord ou corde de chanvre. On en fait un seul tour puis on procède comme plus haut (fig. 92).

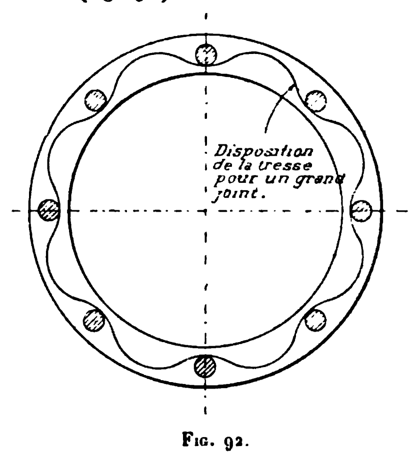


Fig. 92.

On devra serrer avec précautions et également, car on pourrait fendre le fond par un serrage inégal et occasionner ainsi un grave accident. La rupture du fond du T.-E. pourrait être la cause de cette négligence.

Rodage. — Le rodage a pour objet de rendre les robinets absolument étanches en même temps que rendre leur manœuvre commode et facile.

1. *Rodage de la fonte et du fer.* — Le rodage des robinets en fonte ou en fer se fait avec de la *potée d'émeri* et de l'eau de savon. On tourne le robinet à l'aide d'un tourne-à-gauche jusqu'à ce que le robinet porte bien dans tout le boisseau. On devra tourner chaque fois d'un tour complet dans un sens puis dans l'autre afin que le rodage soit bien régulier. On pourra terminer par un rodage au sable et à l'eau de savon.

2. *Rodage du bronze et du cuivre.* — Les robinets en

bronze sont rodés de la même façon, mais afin de les user moins vite on se sert de sable et d'eau de savon qui rayent moins que la potée d'émeri.

2. Montage des machines et des pompes. — Les organes étant assemblés avec soin et se trouvant en bon état il reste à assurer partout l'étanchéité à la vapeur, ce qui occasionnerait des pertes en cas contraire.

Presse-étoupes. — A cet effet, la tige du piston traverse en général un presse-étoupes, dont il est nécessaire de refaire les *garnitures* chaque fabrication et même plusieurs fois par fabrication. Les garnitures sont encore désignées sous le nom de *calfats*.

Les garnitures se font avec des tresses d'amiante pour la vapeur, ou encore avec des morceaux de caoutchouc coupés régulièrement et de section quadrangulaire.

Ce dernier système doit être choisi pour les pompes à jus, pompes à air humide.

Les morceaux seront découpés à la demande du diamètre de la boîte du presse-étoupes, ils seront taillés en biseau à leurs extrémités de façon à présenter une épaisseur constante. Les jonctions des divers morceaux dans le presse-étoupes ne doivent pas se correspondre. Par exemple pour un presse-étoupes recevant 6 anneaux situés au-dessus les uns des autres, les points de jonction devront être ainsi distribués (fig. 93).

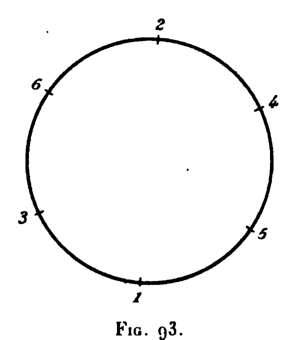


Fig. 93.

Autres garnitures. — On se sert également pour les presses-étoupes de machine à vapeur de garnitures métalliques en fils fins de cuivre (garnitures Duval). Elles sont très douces au frottement. On se sert aussi de cordes d'amiante.

CHAPITRE III

CHIMIE DU CHEF DE FABRICATION, DU CONTREMAITRE ET DU SURVEILLANT.

A. — DE LA DENSITÉ.

Définitions. — Les corps sous le même volume n'ont pas le même poids.

Soient plusieurs corps que nous désignerons par des lettres :

A, B, C, D....., Y, Z, etc.

Supposons que ces corps soient solides, liquides ou gazeux et que nous en prenions un même volume V. Le poids de ce même volume sera différent suivant les corps. Il aura les valeurs :

$$p_1, p_2, p_3, p_4, \dots, p_n \dots,$$

Le volume v, auquel on rapporte chaque corps étant fixé une fois pour toutes, par exemple = 1 *centimètre cube,* c'est-à-dire la 1 000e partie du volume occupé par 1 litre d'eau pure à 4° (ce volume est la définition même du litre), les divers poids de ce même volume suivant les corps sont dits *poids spécifiques absolus*. Mais toutes les fois qu'on a des grandeurs à mesurer on a avantage à les comparer à une unité prise pour terme de comparaison.

Si donc, au lieu de considérer les poids spécifiques absolus seuls, nous comparons les poids spécifiques des divers

corps à un poids spécifique pris comme terme de comparaison et comme *unité de poids spécifique absolu*, nous aurons encore déterminé plus facilement ces poids spécifiques.

On a choisi comme unité de poids spécifique absolu le poids spécifique absolu de 1 centimètre cube d'eau distillée à 4°.

Soit Π ce poids spécifique, on a donc :

$$\Pi = 1.$$

Soit P le poids spécifique d'un corps quelconque, le rapport : $\frac{P}{\Pi}$ c'est-à-dire $\frac{P}{1}$ est dit *poids spécifique relatif* ou *densité*.

Le poids spécifique relatif est rapporté à l'eau pour les solides et les liquides, mais pour les gaz il est rapporté à l'air.

D'une façon plus générale le poids spécifique relatif ou densité d'un corps par rapport à l'eau est égal au rapport entre le poids d'un volume quelconque de ce corps et le poids du même volume d'eau distillée à 4°C.

Application. — Densimètres. — Aréomètres. — Le jus de betterave tient en dissolution :

- du sucre,
- des sels,
- des matières organiques.

Or il importe en sucrerie que la détermination de la densité soit rapide et à cet effet on se sert principalement d'appareils dits *densimètres* et *aréomètres*.

1. Détermination de la densité d'un liquide par le densimètre. — Nous donnons un croquis de cet appareil. La tige est graduée et le point où affleure le liquide donne la densité.

La graduation est rapportée au poids du liquide pour 1 litre, mais le dernier chiffre seul est en général indiqué. Plongé dans l'eau pure à 4° il marque 1 000 qu'on indique par zéro. Par exemple si on lit les divisions (fig. 94) :

1.	Cela voudra dire	1 010.
5.	—	1 050.
6.	—	1 060.
9.	—	1 090.
10.	—	1 100.
12.	—	1 200.

Mode opératoire. — On plongera le densimètre doucement au sein du liquide puis on attendra quelques minutes. Pour un jus de betterave on attendra 8 à 10 minutes. On plongera également un thermomètre dans le liquide. Si la température marquée par le thermomètre est de 15°, on lira directement la densité sur le densimètre. Si elle est différente on augmentera ou on diminuera la densité de 1/10 pour 3 degrés de température au-dessus ou au-dessous de 15°.

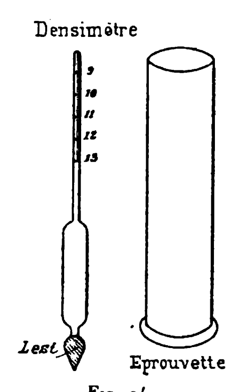


Fig. 94.

Exemples. — Le densimètre marque 5,8 à 18°, la densité à 15° sera

$$5,8 + \frac{1}{10} = 5,8 + 0,1 = 5,9.$$

Remarque. — Ces questions ont été indiquées déjà. Nous ne faisons que les rappeler.

2. Aréomètres. — Les aréomètres sont des instruments du même type que les densimètres, mais ils n'indiquent pas la densité ; ils donnent simplement un renseignement sur la concentration ou la richesse du liquide.

On a établi des tables permettant cependant de voir et de déterminer quelle est la densité correspondante au degré indiqué par l'aréomètre. Comme ces tables se trouvent dans tous les livres de sucrerie nous ne les indiquerons pas.

Enfin on a construit également des aréomètres spéciaux pour les solutions sucrées indiquant directement la richesse en sucre et qu'on appelle *saccharomètres* (Brix, Balling).

Notions sur ce qu'on entend par quotient de pureté, quotient salin, en sucrerie. — 1. Quotient de pureté. — Un jus sucré concentré et évaporé à une douce chaleur laisse un résidu appelé *extrait sec,* toute la portion du liquide évaporé constitue les *matières dissoutes*. Plus la proportion de sucre relativement au poids de matières dissoutes est grande, plus l'on est convenu de dire que le jus est *pur*.

Le *quotient de pureté* n'est autre que le quotient qui existe entre le poids de sucre pour 100 de matières dissoutes.

Par exemple, supposons qu'un jus sucré renferme un poids p de matières dissoutes et soit ω le poids de sucre.

Si donc p matières dissoutes renfermant ω de sucre

$$100 \quad — \quad \frac{\omega \times 100}{p}$$

$$\frac{\omega \times 100}{p} = \textit{quotient de pureté.}$$

Ce quotient est absolument conventionnel et il ne donne qu'une indication très relative sur la valeur réelle du jus. Le quotient de pureté est *réel* si les matières dissoutes sont déterminées réellement dans le jus par dessiccation. Il *n'est qu'apparent* lorsque les matières dissoutes sont données par le saccharomètre ou le densimètre (1).

2. Quotient salin. — C'est le rapport qui existe entre le poids du sucre et celui des cendres pour 100 de jus ou d'une substance sucrée quelconque.

B. — ALCALINITÉ. — ACIDITÉ.

Un liquide alcalin ou acide ne peut se distinguer par ses propriétés physiques extérieures. Pour les reconnaître on a donc été conduit à faire agir sur eux des réactifs qui révèlent leur présence par des changements dans leurs propriétés extérieures (couleur, etc.).

(1) Car des tables de concordance sont établies dans ce but et permettent de déterminer les matières dissoutes apparentes correspondant à un jus d'une densité donnée.

Ces réactifs qui permettent de reconnaître facilement si un liquide ou un corps quelconque est alcalin ou acide sont nommés *indicateurs*.

Les plus employés en sucrerie sont le *tournesol*, la *phénol-phtaleine et l'acide rosolique*.

On mettra quelques gouttes de teinture de tournesol ou phénol-phtaléine dans un liquide alcalin et aussitôt on verra le changement de coloration du liquide s'opérer (1).

Si on ajoute alors un acide dans le liquide il arrivera un moment où un nouveau changement de coloration se produira ; l'alcali sera alors neutralisé par l'acide, puis si on continue à ajouter de l'acide le liquide prendra une nouvelle teinte fixe, caractéristique de l'acidité.

Nous donnerons notre préférence comme indicateur surtout, à partir du jus de la 2e carbonatation, à l'acide rosolique. Le phénol-phtaléine donne en effet des résultats inexacts surtout avec SO^2 et des jus très sulfites peuvent être alcalins sans marquer au phénol-phtaléine. Le papier de tournesol neutre et sensible reste encore le meilleur indicateur.

Détermination de l'alcalinité ou de l'acidité en sucrerie. — Cette détermination s'effectue principalement sur les produits suivants à l'aide de liqueurs titrées :

Lait de chaux	
Jus chaulé	
Jus de 1re carbonatation	à la chaudière après filtration.
Jus de 2e carbonatation	à la chaudière après filtration.
Sirops.	avant filtration. après filtration.
Masses cuites.	1er jet. 2e jet.

(1) Le tournesol vire au bleu, la phtaléine au rouge violacé.

1. Lait de chaux. — On examinera d'abord et cela très souvent, si on ne possède pas de balance automatique, *le degré Baumé* du *lait de chaux.*

Des tables qu'on trouve dans les agendas de chimie de sucrerie donnent la quantité de chaux correspondante, par hectolitre (table de Blattner, etc.).

Pour déterminer la chaux, ce qu'on fait assez rarement, car on se contente de prendre le degré Baumé, on prendra 25 centimètres cubes de lait au moyen d'une petite mesure en étain ; on les versera dans un verre et on colorera par quelques gouttes de plénol-phtaléine ou de tournesol. Ceci fait on neutralisera par *une liqueur* contenant 175 grammes d'acide sulfurique pur à 66° et bouilli, jusqu'à changement de teinte et décoloration (fig. 95) (1).

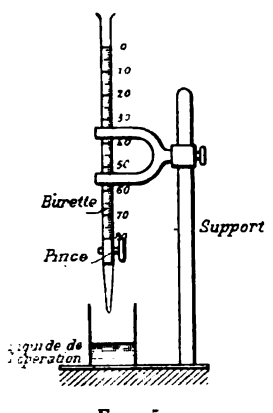


Fig. 95.

La liqueur est enfermée dans une burette divisée avec une ouverture dans le bas permettant de la faire couler goutte à goutte. Chaque centimètre cube de liqueur employée indique que le lait de chaux contient autant de grammes de chaux. Aujourd'hui on donne la préférence avec raison aux burettes à jaugeage automatique qui sont d'un maniement rapide et facile (Gallois et Dupont. Sidersky, Defez, etc.).

Par exemple, supposons que pour neutraliser l'alcalinité de 25 cent³ de lait de chaux on ait employé n cc^3 de liqueur à 175 grammes.

La quantité de chaux par litre sera égale à :

$$4n \times 0,1 \times 10 = 4n.$$

(1) 175 grammes de SO^4H^2 par $1\,000^{cc3}$.

Car chaque cent m^3 de liqueur à 175 grammes correspond à $0^{gr},1$ de chaux;

2. JUS CHAULÉS. — Pour les jus chaulés on opèrera de la même façon mais on opérera sur 50 centimètres cubes avec une liqueur plus faible. Par exemple avec une liqueur moitié plus faible contenant par conséquent $\frac{175 \text{ grammes}}{2} = 87^{gr},5$ d'acide sulfurique pur par litre. L'opération pourra se faire dans un *tube Vivien,* que nous décrirons plus loin.

3. JUS DE CARBONATATION. — La détermination de l'alcalinité des jus de carbonatation se fera toujours suivant la même méthode.

Mais les jus de 1re carbonatation ayant une alcalinité plus forte on n'emploiera pas la même liqueur que pour les jus de 2e carbonatation.

Tube Vivien. — Le tube Vivien se compose essentiellement d'un tube portant des divisions. En commençant par le bas il porte 6 grandes divisions, 0, 5, 10, 15, 20, 25. Chaque grande division est elle-même divisée en 5 petites suivant le dessin ci-dessous. Le volume compris entre 2 grandes divisions est le même et égal à 10 *centimètres cubes.* Il s'ensuit donc que le volume compris entre le bas du tube et la division 25 est égal à :

$$6 \times 10 = 60 \text{ centimètres cubes.}$$

On construit également un tube pour les *jus chaulés* dont la 1re division, jusqu'au zéro, correspond à un volume de 20 centimètres cubes au lieu de 10, les autres divisions étant les mêmes que plus haut (tube à grande division). Les petites divisions pour chaque grande division étant au nombre de 5, chacune d'elles correspond à 2 *centimètres cubes* (fig. 96).

Pour opérer avec les jus de 1re carbonatation et avec les liqueurs Vivien à cet usage, on remplira le tube jusqu'au zéro puis on ajoutera 2 à 3 gouttes de teinture de phénolphtaléine; enfin on versera la liqueur jusqu'à décoloration du liquide.

On lit sur le tube la division correspondante ; par exemple 12 ; le liquide ou le jus contient dès lors, les liqueurs *étant justes,* une alcalinité égale à 1gr,2 de chaux *par litre.*

L'alcalinité est toujours rapportée au *litre* ou à 100 centimètres cubes. On pourrait également la comparer au tant pour 100 de sucre, mais ce n'est pas l'usage général. Pour les jus de 2e carbonatation, qui sont d'une alcalinité plus faible on opèrera exactement de la même façon mais avec un autre liqueur, dite *liqueur de 2e*, celle des jus de 1re carbonatation étant désignée par *liqueur de 1re*. On peut cependant employer une seule et même liqueur pour les jus de 1re et de 2e avec un tube Vivien à grandes divisions.

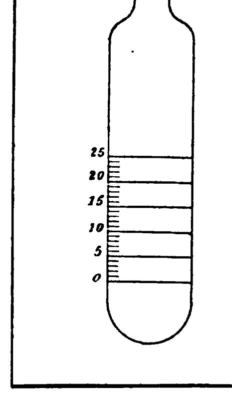


Fig. 96. — Tube Vivien à grande division.

Si on emploie par exemple une liqueur deux fois plus faible que la 1re, pour saturer la même alcalinité il faudra un volume double de liqueur, il faudra donc diviser le résultat par 2.

Si elle était 3, 4, fois plus faible on diviserait par 3, 4 etc. le résultat de la lecture.

Si on lit par exemple 5, l'alcalinité du jus sera égale à :

$$\frac{0,5}{2} = 0,25$$

il contiendra 0gr,25 de chaux par litre en supposant toute l'alcalinité fournie par la chaux.

On opèrera exactement de même pour les sirops, etc. (1).

Autres appareils pour la détermination de l'alcalinité.

(1) Voir à la fin du volume pour la préparation des liqueurs.

Nous citerons simplement les appareils dits burettes automatiques Gallois et Dupont, Sidersky, Demichel, Defez.

La manipulation est exactement la même.

C. — VÉRIFICATION DES LIQUEURS DE CARBONATATION.

Le contremaître doit savoir vérifier le titre des liqueurs de carbonatation qu'on met entre les mains des ouvriers.

Le moyen le plus simple pour lui est la vérification par *l'eau de chaux*.

On prend 30 à 40 grammes de chaux récemment éteinte et on la met en contact avec un litre d'eau distillée en ayant soin d'agiter souvent. Le liquide sera mis dans un flacon parfaitement bouché.

L'eau se sature de chaux, on laisse décanter, puis on vide le liquide clair et on le remplace par une nouvelle quantité d'eau distillée. On procède ainsi 2 ou 3 fois pour enlever certaines impuretés des alcalis puis on remet de l'eau distillée ; on agite souvent et on laisse reposer. Le liquide clair surnageant est de l'eau de chaux, c'est-à-dire de l'eau saturée de chaux ; à 15°, *un litre d'eau de chaux* tient en dissolution $1^{gr},285$ *de chaux*, soit $1^{gr},3$ en chiffres ronds (1).

On versera de cette eau de chaux jusqu'au zéro du tube Vivien ; on ajoutera une goutte de phénol-phtaléine et on neutralisera par la liqueur Vivien de *première carbonatation*. Si la liqueur est exacte pour neutraliser 10^{cc3} d'eau de chaux, il faudra 26^{cc3} de liqueur, ce qui correspond à treize divisions.

Pour rendre l'opération plus sensible on prendra 20^{cc3} d'eau de chaux, on devra alors ajouter 52^{cc3} de la liqueur dans le tube ; mais il sera encore préférable de prendre un plus grand volume d'eau de chaux, par exemple 50^{cc3}, l'opération se fera alors dans un verre spécial et avec une burette

(1) On pourra également filtrer l'eau de chaux au moment où on en fera usage.

contenant la liqueur. On pourra prendre également 25^{cc^3} d'eau de chaux. On titrera alors avec la burette.

Pour la deuxième carbonatation, on procèdera d'une façon analogue (1).

D. — ESSAI DU GAZ CARBONIQUE.

Le contremaître et le surveillant, surtout dans les petites sucreries, doivent pouvoir se rendre compte par eux-mêmes de la richesse du gaz carbonique.

La méthode est la suivante : « On prend un volume donné de gaz carbonique dans un récipient fermé (tube gradué, etc.), on met ce gaz en contact avec un corps susceptible de l'absorber rapidement et on favorise cette absorption par l'agitation (soude, potasse, etc.). Le gaz carbonique étant absorbé, il s'ensuit que l'espace qu'il occupait dans le récipient se trouve à peu près entièrement *vide*. Si donc on débouche l'ouverture du récipient de façon à y faire entrer de l'eau, celle-ci se précipitera dans le récipient, en raison du vide. Pratiquement on opère de la façon suivante :

1. Tube Stammer. — Sur le tuyau de prise de gaz carbonique pour la carbonatation, on branche un raccord avec tube de caoutchouc. Quelquefois même le branchement va directement au laboratoire, ce qui est plus commode. Un robinet permettra de faire passer le gaz carbonique dans le branchement. On met la partie supérieure du tube effilé en communication avec le branchement, puis on ouvre le robinet et on fait passer le gaz carbonique dans le tube, pendant une ou deux minutes de façon à bien en chasser l'air. Ceci

(1) La liqueur Vivien de 2e carbonatation est une liqueur au 1/5 de la première. Il s'ensuit donc que 10^{cc^3} d'eau de chaux devront être neutralisés par 130^{cc^3}. — On opérera sur 2^{cc^3}, soit une division du tube Vivien, il faudra 13 divisions pour amener la neutralisation si la liqueur est exacte.

fait, on plonge l'appareil dans l'eau, le robinet étant fermé, puis quand l'extrémité se trouve sous l'eau on ouvre un peu le robinet de façon à faire monter l'eau jusqu'au zéro, puis on y introduit une pastille de potasse. On bouche alors l'extrémité du tube avec le doigt puis on agite fortement. On replonge alors le tube dans l'eau par son extrémité et on ouvre le robinet. Si le tube a 50^{cc3} de capacité, le nombre de divisions lues multiplié par 2 donne la richesse pour 100, du gaz carbonique.

Si le tube avait 25^{cc3}, on multiplierait par 4.

2. Tube-éprouvette gradué. — On peut simplement se servir d'un tube-éprouvette gradué, fermé à une de ses extrémités (fig. 97).

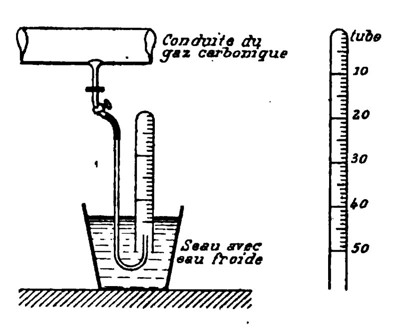


Fig. 97.

Le croquis que nous donnons indique la suite des opérations à faire :

1° Remplir le tube entièrement d'eau afin qu'il n'y ait pas une seule bulle d'air ;

2° Fermer l'extrémité avec le doigt et le plonger dans un seau d'eau froide, l'ouverture en bas ;

3° Faire passer le gaz bulle à bulle et arrêter quand l'eau dans le tube affleure au zéro (1) ;

---

(1) Le tube éprouvette comporte 2 graduations inverses et le zéro dont nous parlons correspondrait sur le croquis à la division 50.

Il faut avoir soin quand on fait la lecture de faire en sorte que le niveau du liquide dans le tube soit dans le même plan que le niveau du liquide dans le seau.

Le résultat lu sera multiplié par 2. — Faire chaque fois deux essais successifs.

4° Maintenir le tube vertical, l'ouverture sous l'eau et introduire une pastille de potasse ;

5° Fermer l'ouverture O avec le doigt, retirer le tube, agiter quelques instants ;

6° Replonger, en maintenant l'ouverture fermée, puis celle-ci étant sous l'eau, retirer le doigt et lire.

Remarque. — Avoir soin de faire refroidir le gaz avant son mesurage.

3. Carbonimètre Raffy. — C'est une éprouvette graduée. Son maniement est très facile. On emploie une solution de soude ou de potasse.

E. — ESSAIS DIVERS.

1. Recherche des entraînements de sucre dans les eaux de retours. — C'est un essai très simple et qui peut parfois rendre des services aux contremaîtres et aux surveillants. On prélèvera un peu de l'eau suspectée qu'on introduira dans un tube à essai. On y ajoutera quelques gouttes d'acide sulfurique, puis un peu d'une solution dans l'alcool d'un corps appelé *α naphtol* (1). On pourra acheter la solution toute préparée. S'il y a du sucre, il se formera aussitôt une coloration violette ou bleue dans le tube.

2. Fermentation des jus. — Ajouter au jus quelques centimètres cubes de *Formol* (ou aldéhyde formique). Pour les filtres-presses et pour les filtres mécaniques ce procédé est également applicable (2).

(1) Solution alcoolique à 20 pour 100.

(2) On peut employer également l'acide salicylique, mais pour les filtres on se contente le plus souvent de les passer à la chaux, c'est-à-dire d'y faire passer du lait de chaux qu'on verse.

CHAPITRE IV

MISE EN ROUTE DE L'USINE.

Le matériel étant entièrement remonté et en parfait état, les parties frottantes, les paliers, les arbres, les coussinets, etc., huilés, on procèdera en même temps à la pose des courroies sur les poulies de transmission.

A. — MONTAGE DES COURROIES DE TRANSMISSION.

Les courroies sont en général roulées et soigneusement étiquetées avec la désignation de la transmission à laquelle elles appartiennent.

Les courroies en cuir sont graissées, les courroies en poil de chameau, Balata, etc., sont simplement essuyées, examinées, puis roulées.

Pour faire la jonction des deux extrémités de courroies il y a deux moyens :

1. *Elles sont cousues* avec des boyaux ou du parchemin en lanière.

2. *Par des agrafes* (agrafe Lagrelle, etc.) (fig. 98).

Les courroies en cuir seront dégraissées avant leur montage.

Pour les courroies neuves il sera bon de les laisser quelques jours avant dans un extenseur, afin qu'elles puissent prendre leur longueur normale. On sait en effet que les courroies s'allongent toujours par l'usage.

Pour poser les courroies on se rend d'abord compte de la

longueur qu'elles doivent avoir et du point où se fera leur jonction. A cet effet on les « présentera » d'abord sur les poulies qui doivent les recevoir.

Puis on les fera tendre et on remarquera l'endroit où on devra les coudre, ou bien où on les percera pour y placer les agrafes.

On placera alors la courroie sur une des poulies ; par exemple, si c'est le volant d'une machine et une poulie située à un niveau inférieur, on placera la courroie sur la poulie de façon qu'elle porte bien, puis on attachera l'autre extrémité au volant à l'aide d'une lanière de cuir nouée au bras du volant.

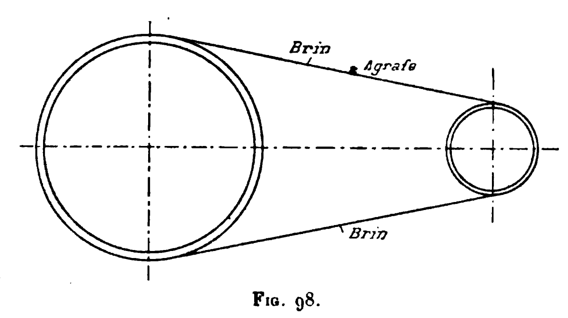


Fig. 98.

Des ouvriers sont alors appelés par le mot « au volant ». Ils font tourner le volant par des tractions effectuées bien ensemble. Pour que les efforts s'effectuent bien avec concordance, un des ouvriers commandera la manœuvre en criant « ô hisse » à chaque traction.

La courroie tendra et viendra se placer alors d'elle-même sur la surface du volant. On détachera alors la lanière de cuir et la transmission pourra être mise en marche.

Si on craint que la courroie glisse ou enduira la partie interne (qui frotte sur la poulie), soit de résine, soit de pâte spéciale vendue à cet usage.

On ne devra jamais laisser remettre les courroies en marche. On devra toujours exiger des ouvriers que ceux-ci

arrêtent d'abord les transmissions avant de remettre les courroies.

Pour deux poulies le montage des courroies se fait de la même façon que pour une poulie et un volant, mais au lieu de faire tourner la poulie à la main, ce qui serait d'ailleurs fort peu commode, on dispose les courroies sur la poulie, on l'attache avec une lanière de cuir par un nœud coulant puis on met la transmission en marche, la courroie vient prendre d'elle-même sa place sur la poulie, et la lanière de cuir qui n'est plus retenue tombe.

On ne devra pas exagérer la tension des courroies.

La pose des courroies pour les transmissions comportant des courroies croisées, ou pour les transmissions dites *torses*, se fait suivant les mêmes indications.

B. — ALLUMAGE DU FOUR A CHAUX.

L'allumage du four à chaux doit se faire de 3 à 5 jours, suivant sa capacité, au minimum avant le jour fixé pour la mise en route. On peut évidemment allumer un four en trois jours et avoir du gaz carbonique suffisant pour la carbonatation, mais il vaut mieux s'y prendre un peu plus tôt en raison des inconvénients pouvant survenir (mauvais allumage, extinction du four, etc.).

Le four à chaux étant entièrement vidé on fera pénétrer un ou deux hommes dans la partie inférieure correspondant à la vidange de la chaux. Ils pénètrent dans le four, soit par le bas, soit par le gueulard au moyen d'une longue échelle.

A la base on disposera trois ou quatre bottes de paille bien sèche, au-dessus on placera une couche de 50 centimètres de hauteur environ, de petit bois et enfin au-dessus on placera du bois plus gros. Cette première couche d'allumage devra avoir 2^{m},50 environ de hauteur.

Au-dessus on disposera une couche de 0^{m},50 environ avec du charbon de bois ou du charbon ordinaire.

Les morceaux devront être petits.

Enfin au-dessus on placera une couche mince de pierre à chaux, puis au-dessus une couche de coke; on disposera ainsi alternativement trois ou quatre couches.

On allumera alors le feu par le bas, puis on pratiquera les charges de pierre et de coke. Celles-ci seront assez fréquentes au début.

Le four sera alors fermé et la machine à gaz mise en route très lentement d'abord.

Le feu montera ainsi peu à peu et au bout de trois jours le four peut être à peu près plein. On examinera aux regards si le feu monte.

Dès le second jour on pourra décharger le four modérément, puis en marche normale on pratiquera les déchargements régulièrement.

La vitesse de la machine à gaz sera alors également réglée suivant sa marche normale.

C. — MISE EN PRESSION DES GÉNÉRATEURS.

Le quart de la batterie sera mis en pression deux jours avant la mise en route pour les essais de *marche à blanc* de l'usine.

Les chauffeurs engagés pour la fabrication seront placés à leurs postes, ou utilisés à d'autres travaux.

On comptera un chauffeur par deux ou trois générateurs pour chaque poste, et un *alimenteur*. Le personnel sera évidemment augmenté suivant les besoins.

1. Remplissage des générateurs. — Le premier soin du chauffeur est de remplir d'eau ses chaudières.

A cet effet, les pompes alimentaires n'étant pas encore en marche, les générateurs sont remplis directement par le haut, au moyen d'une conduite correspondant à une prise d'eau en charge sur les chaudières ; quand le chauffeur a rempli ses chaudières suffisamment, ce qu'il reconnaît au moyen du

tube-niveau d'eau et au moyen de l'indicateur magnétique, il procède à la mise en feu de la chaudière.

2. Allumage et mise en pression. — Le chauffeur placera sur la grille des copeaux secs ou de la paille, puis du petit bois, enfin quelques vieux chiffons imbibés de pétrole.

On recouvre le tout d'une mince couche de combustible en petits morceaux et on alllume.

On ouvre alors le registre et on ferme la porte du foyer.

On ajoute alors peu à peu, de temps en temps, du combustible et on charge chaque fois la grille d'une couche uniforme.

Les chargements se feront ainsi fréquemment jusqu'à ce que les feux soient vifs.

Les manomètres indiqueront en même temps l'augmentation de pression.

Quand la pression sera à 2 ou 3 kilogrammes, on pourra alors ouvrir les prises de vapeur sur les générateurs et les mettre alors en communication avec le ballon de distribution générale de vapeur.

Les pompes alimentaires seront alors mises en marche et l'alimentation sera dirigée par l'alimenteur.

Les niveaux d'eau seront bien éclairés, et la nuit un fanion placé à côté, permettra aux chauffeurs de voir nettement le niveau de l'eau dans le tube.

D. — MARCHE A BLANC.

La marche à blanc a pour but de se rendre compte du bon état dans lequel doit se trouver le matériel.

On embrayera d'abord les lavoirs et on observera tous les organes en marche.

L'élévateur à chaîne à godets sera également essayé ; on verra si la chaîne monte bien sans à-coups.

On embrayera alors le coupe-racines et on examinera avec soin s'il tourne bien. On vérifiera le graissage des crapaudines et des paliers.

La chaîne à pulpes sera également essayée à blanc, ainsi que les presses à pulpes.

Les divers bacs malaxeurs et mélangeurs de jus, seront également mis en marche.

Pour le triple-effet on remplira les caisses d'eau, puis on mettra la pompe à air en mouvement et on examinera si toutes les caisses tiennent bien le vide. Les pompes de retours et de sirop seront également essayées.

Pour la cuite on se contentera de voir si elle tient bien le vide, sans la remplir d'eau.

On opèrera de même pour les malaxeurs fermés dans le vide.

Enfin on mettra en marche les transmissions commandant les malaxeurs, puis les turbines et les transporteurs de sucre.

Ayant reconnu que *tout* était en parfait état de fonctionnement, on pourra procéder à la mise en route. On devra marcher à blanc au moins deux jours avant la mise en route.

E. — MISE EN ROUTE.

Les divers bacs à eau devront être pleins, et les lavoirs seront également remplis (la marche à blanc des lavoirs se fera ceux-ci étant pleins d'eau).

On devra de préférence mettre en route le matin de bonne heure.

Les ouvriers seront tous à leurs postes, ne pas choisir de préférence un lendemain de fête ou de dimanche.

On embrayera alors les lavoirs ; les betteraves seront déversées dans les lavoirs qui seront alors alimentés d'une façon continue.

Une heure et demie à 2 heures avant l'embrayage des lavoirs, le chef de batterie devra procéder à la mise en route de la batterie.

Les couteaux de diffusion seront montés sur leurs boîtes et placés dans les porte-couteaux du plateau.

On devra avoir toujours en réserve plusieurs jeux de couteaux parfaitement affûtés (1).

Le monteur de couteaux et l'ouvrier affûteur seront à leurs postes.

Mise en route de la batterie. — La meilleure façon que nous ayons pour bien faire comprendre la marche d'une batterie de diffusion, c'est de prendre une batterie d'un petit nombre de diffuseurs, afin de simplifier les opérations et les explications.

La marche à suivre sera identiquement la même dans la pratique.

Supposons donc que nous ayons à mettre en route et à diriger une batterie de 8 diffuseurs. Ces diffuseurs sont numérotés de gauche à droite.

Sur le schéma représentant la batterie, nous désignerons les soupapes par des lettres, ainsi que les diverses tuyauteries, les diffuseurs, les calorisateurs, etc.

Enfin nous supposerons que la batterie est placée sur une seule ligne droite.

Soient :

$$D_1 \quad D_2 \quad D_3 \quad D_4 \quad D_5 \quad D_6 \quad D_7 \quad D_8$$

les 8 diffuseurs.

Soient :

$$C_1 \quad C_2 \quad C_3 \quad C_4 \quad C_5 \quad C_6 \quad C_7 \quad C_8$$

les 8 calorisateurs correspondants.

Soient :

$$E_1 \quad E_2 \quad E_3 \quad E_4 \quad E_5 \quad E_6 \quad E_7 \quad E_8$$

les 8 soupapes à eau correspondant à chaque diffuseur, soit E

(1) Des maisons de constructions fournissent à forfait pour toute la campagne, des séries de couteaux, affûtés et prêts à monter.

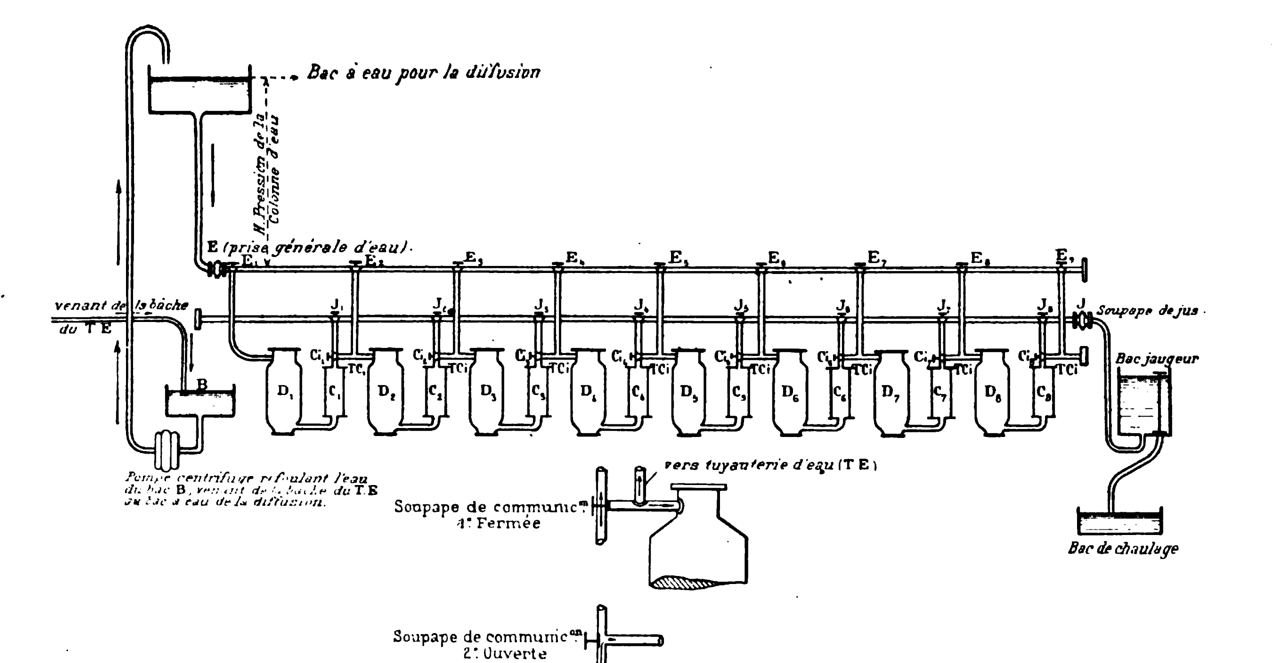


Fig. 99. — **Ensemble schématique d'une batterie de diffusion de 8 diffuseurs sur une seule ligne.**

la soupape générale de prise d'eau ; soit TE la tuyauterie affectée à l'eau.

Soient :

$$J_1 \quad J_2 \quad J_3 \quad J_4 \quad J_5 \quad J_6 \quad J_7 \quad J_8$$

les 8 soupapes à jus correspondant aux 8 diffuseurs J la soupape de prise de jus ; Tj la tuyauterie des jus.

Enfin soient :

$$Ci_1 \quad Ci_2 \quad Ci_3 \quad Ci_4 \quad Ci_5 \quad Ci_6 \quad Ci_7 \quad Ci_8$$

les 8 soupapes de circulation correspondant à chaque diffuseur, et TCi la tuyauterie de circulation, qu'on appelle encore de communication.

Comme nous l'avons dit dans le premier chapitre, l'épuisement des cossettes se fait dans les diffuseurs, en mettant celles-ci en contact avec de l'eau chauffée, ce qui rend plus rapide l'épuisement.

Il faut donc d'abord que nous échauffions cette eau et ce chauffage se fait dans la batterie même.

1. ÉCHAUFFEMENT DE LA BATTERIE. — Ouvrons la soupape E de prise générale d'eau correspondant au bac qui se trouve en charge sur la batterie, puis ouvrons E_1.

L'eau descend et emplit le diffuseur D_1 par le haut. *Toutes les autres soupapes* de la batterie sont absolument fermées.

Mais le diffuseur D_1 et son calorisateur C_1 communiquant par le bas, comme on le voit, l'eau monte à la fois dans le diffuseur et dans le calorisateur, en vertu du principe des vases communiquants.

Quand le diffuseur et le calorisateur sont pleins (ce dont on est averti au moyen d'un petit robinet placé sur le dessus du diffuseur), les autres soupapes étant fermées, le liquide se trouve arrêté. Ouvrons alors, au moment précis où le diffuseur D_1 est plein, la soupape Ci_1 (la soupape de prise d'eau E et la soupape E_1 restant toujours ouvertes) :

Nous pouvons remplir le *diffuseur D_2* par 2 moyens :

a. Ou bien nous pouvons le remplir par le haut comme le diffuseur D_1 en laissant la soupape J_1 fermée et Ci_1 ouverte.

b. Ou bien, laissant Ci_1 fermée, puis ouvrant J_1, J_2, nous pouvons le remplir par le bas.

Dans ce second mouvement, l'eau monte en J_1, suit la tuyauterie de jus TJ jusqu'en J_2, si on ouvre celle-ci, l'eau descend dans la calorisation C_2 et arrive par le bas dans le diffuseur D_2.

Ce second mouvement qui est le seul employé est dit *meichage*, nous verrons sa raison d'être, quand on remplira de cossettes les diffuseurs.

Mais si, en même temps que nous avons opéré ce mouvement et cette manœuvre de soupapes, nous ouvrons la prise de vapeur du calorisateur C_1, puis, quand le diffuseur D_2 se trouve plein, à son tour celle du calorisateur C_2, l'eau qui les traverse s'échauffera de plus en plus.

Revenons à la marche des liquides. Le diffuseur D_2 étant plein comme nous l'avons dit et rempli par le bas, nous nous proposons de remplir le diffuseur D_3 de la même façon, c'est-à-dire en *meichant*. On procèdera identiquement.

Il est nécessaire qu'au moment où l'on embrayera le coupe-racines, les trois ou quatre premiers diffuseurs renferment de l'eau à 75°.

On commencera donc le remplissage et l'échauffement de la batterie, 4 à 5 diffuseurs avant celui qui recevra les cossettes tombant du coupe-racines au moment de l'embrayage de celui-ci.

Ainsi, si nous avons les diffuseurs D_2, D_3, D_4 pleins d'eau chaude, nous embrayerons le coupe-racines pour remplir le D_5 de cossettes.

2. Embrayage du coupe-racines. — Le coupe-racines étant embrayé et sa trémie de chargement pleine de racines, les cossettes tombent dans le diffuseur D_5 par la porte du haut, qui se trouve ouverte.

Quand il est plein et que les cossettes ont été bien réparties dans le diffuseur, la porte du haut est refermée.

Nous nous proposons de faire passer l'eau chaude du diffuseur précédent sur ces cossettes.

Mais au lieu de faire arriver le courant de haut en bas, ce qui aurait pour effet de tasser les cossettes et de rendre la circulation très lente en raison de l'air emprisonné, nous changerons la pression comme plus haut, afin de faire arriver le liquide par le bas du diffuseur, autrement dit afin de *meicher*.

Ce courant de meichage soulève les cossettes, refoule l'air emprisonné dans la masse, à la partie inférieure, et son évacuation se fait au moyen d'un robinet placé à cet effet, dit *robinet de meichage*. Quand le liquide sort par le robinet, c'est que le diffuseur est plein et est fini de meicher.

Voici dans cet exemple la disposition des soupapes au moment du meichage :

E et E_1.	ouvertes	soupapes
J_1, J_2, J_3.	fermées	
J_4, J_5.	ouvertes	
Ci_1, Ci_2, Ci_3.	ouvertes	
Ci_4, Ci_5.	fermées	

Nous allons *renverser le sens du courant des liquides*. En effet, E et E_1 étant *toujours* ouvertes et le diffuseur D_2 plein, fermons J_1 et ouvrons Ci_1. Le liquide se trouvant arrêté en J_1, et la soupape de circulation Ci_1 étant ouverte, le liquide traverse cette issue et arrive par *le haut* du diffuseur D_2.

Cette pression de liquide s'exerçant sur la surface du diffuseur D_2 refoule ce liquide de haut en bas, il traverse le colorisateur C_2 de bas en haut puis trouvant Ci_2 fermée et J_2 ouverte (depuis tout à l'heure), monte en J_2 suit la tuyauterie TJ, arrive en J_3. Si on lui ouvre celle-ci le liquide descend, traverse le calorisateur C_3, dont on ouvrira la prise de vapeur, et enfin emplit le diffuseur D_3 par le bas (*en mei-*

chant). L'eau traversant ainsi successivement les colorisateurs s'échauffe et il arrivera un moment où elle sera à une température convenable. On pourra alors embrayer le coupe-racines. Si nous voulions arrêter alors à cet instant la circulation dans la batterie, il nous suffirait de fermer la pression d'eau E_1, et la prise générale E.

Cette pression d'eau est remplacée dans certaines batteries par une pression d'air comprimé, dans d'autres la pression d'air comprimé, existe en même temps que la pression d'eau.

Résumé. — Nous insistons tout spécialement sur ce chapitre, car il est très peu de chefs de batterie qui comprennent bien la marche de la diffusion, beaucoup se contentent d'ouvrir des soupapes sans en savoir le but et la raison.

On voit donc que les liquides obéissent à deux mouvements :

1° *Un mouvement de bas en haut* (meichage).

2° *Un mouvement de haut en bas* (dit mouvement de circulation).

Nous donnons un schéma donnant la marche du courant (fig. 100).

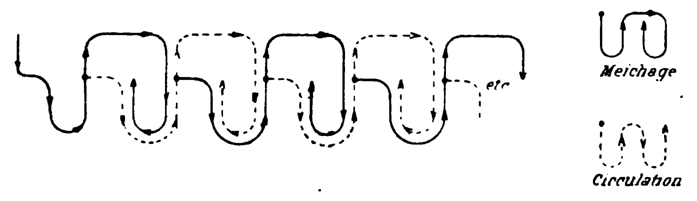


Fig. 100. — Schéma indiquant les changements de sens des courants de meichage et de circulation.

Le diffuseur D_5 étant meiché, on remplit le diffuseur suivant D_6 à son tour de cossettes tombant du coupe-racines.

Quand il se trouve plein, on ferme la porte d'emplissage comme on l'a fait pour le diffuseur D_5 et comme on le fera à l'avenir pour tous les diffuseurs qui se trouvent emplis de

cossettes, puis on le meiche identiquement de la même façon que le diffuseur précédent.

On continuera ainsi jusqu'au diffuseur D_7. Mais on conçoit que lorsqu'on reviendra au diffuseur D_1, sur lequel on a établi dès la mise en route la pression d'eau, on ne pourra pas l'utiliser pour le remplir à son tour de cossettes. Il faut, pour qu'il puisse être utilisé comme les autres, qu'il soit vidé, et, pour être vidé, il faut qu'il soit isolé des autres.

A cet effet, le diffuseur D_7 étant meiché, on *fermera* la soupape à eau E_1, c'est-à-dire du premier diffuseur D_1, puis on *ouvrira* la soupape à eau du diffuseur suivant D_2, soit la soupape E_2. La pression d'eau agira donc sur le diffuseur D_2.

Le diffuseur D_1 pourra donc être vidé. On fera ainsi avancer la pression d'eau à mesure que l'emplissage des autres se poursuivra.

En faisant ainsi avancer la pression d'eau il arrivera un moment où cette pression d'eau s'exercera sur le diffuseur D_5, c'est-à-dire sur le premier diffuseur rempli de cossettes. Ce diffuseur sera vidé à son tour puis rempli de nouveau, etc.

Quand on aura empli et meiché 5 à 6 diffuseurs, on pourra commencer à soutirer un peu de jus. On pourra aussi attendre le tour complet.

Ce soutirage se fait, comme on le sait, dans un bac dit *bac mesureur*; d'où encore l'expression *pousser au bac* pour *soutirer* un *diffuseur*.

Nous allons expliquer la manœuvre des soupapes pour le *soutirage*.

Supposons que nous voulions soutirer quelques hectolitres au diffuseur D_3.

Le meichage de ce diffuseur étant terminé comme à l'ordinaire, on renverse le courant et pour cela, ainsi qu'on l'a vu plus haut, il suffit d'ouvrir la soupape de circulation Ci_2, la soupape à jus J_2 étant fermée et la soupape J_3 ouverte. Le jus sera refoulé de haut en bas et passera dans la tuyauterie générale de jus.

Si on ouvre alors la soupape du bac jaugeur le jus y pénètre.

On soutirera très peu les premières fois ; par exemple la moitié ou le tiers du soutirage normal. Quand le soutirage est terminé on ferme la soupape du bac jaugeur et on ouvre la soupape à jus J_4. Le diffuseur D_4 pourra dès lors être meiché à son tour.

On renversera ensuite le courant et on soutirera encore un certain volume de jus en ouvrant également la soupape du bac jaugeur.

3. Conduite du chauffage de la batterie. — Le chef de batterie doit s'attacher pour bien conduire sa batterie :

1° A *épuiser le mieux possible* ;

2° A *avoir un jus de densité sensiblement constante* ;

3° A *conduire sa batterie rapidement.*

Autrefois, pendant le meichage on ne chauffait pas, aujourd'hui au contraire on préconise le chauffage en meichant, au moyen d'injecteurs de vapeur. Dans ce cas on disposera d'une tuyauterie spéciale de vapeur avec des prises pour chaque diffuseur, qu'on ouvrira dès le commencement du meichage et qu'on fermera ensuite.

La diffusion du sucre se fait plus rapidement et la circulation dans la batterie est plus facile.

Il est évident que si la richesse des betteraves varie de 12,5 à 16,8 dans l'espace de 2 heures on ne pourra pas maintenir cette constance dans la densité et dans les épuisements.

Le chef de batterie devra également avoir soin de ne pas trop chauffer sous peine de *coller* sa batterie.

Le chauffage devra être autant que possible le même sur le plus grand nombre de diffuseurs. En aucun cas le chauffage ne devra excéder 85°, le chauffage dépend d'ailleurs de la vitesse de la batterie, des cossettes, etc.

CHAPITRE V

MARCHE NORMALE. — DIRECTION, SURVEILLANCE ET CONTROLE DE LA FABRICATION.

A.— DIRECTION ET SURVEILLANCE GÉNÉRALES DES OUVRIERS.

Les contremaîtres et les surveillants devront juger, avant la mise en route, les postes qui conviennent le mieux aux ouvriers de l'usine.

Le personnel, d'une façon générale, doit être placé sous une seule autorité. On doit éviter que plusieurs personnes donnent des ordres qui alors peuvent être contradictoires, d'où amollissement du personnel qui ne sait plus à quel commandement il doit obéir.

Le *surveillant* ainsi que nous le disions dans notre introduction doit toujours en référer au chef de fabrication ou au contremaître, qui eux-mêmes, pour une détermination importante, doivent en référer au directeur de l'usine (arrêts, changements de travail, avaries importantes obligeant à liquider les jus, etc.).

Dans toutes les fabriques de sucre il existe, ainsi que nous avons pu le constater, un antagonisme entre le laboratoire et ceux qui sont chargés de la direction et de la surveillance de la fabrication (chefs de fabrication, contremaîtres, surveillants). Le chimiste vient-il à remarquer un fait anormal, à constater de mauvais épuisements pour les cossettes, etc., on lui fera comprendre qu'il vaut mieux ne pas inscrire ces résultats, sinon c'est la guerre ouverte.

Heureusement il existe des usines qui font exception à cette règle, mais elles sont rares !

Le *chimiste* doit rester dans son rôle de *conseil* et de *contrôle*. Il doit éviter de donner des ordres directs pour le changement de travail.

Les *surveillants* devront veiller partout à ce que les ordres de la direction soient ponctuellement exécutés. Ils devront visiter tous les postes fréquemment, non pas toujours d'une façon régulière et dans le même ordre, mais fortuitement, de façon que l'ouvrier sente toujours que la surveillance s'exerce sur lui. Le surveillant devra insister dans sa surveillance sur les points faibles de l'usine et revenir souvent à l'endroit qui réclame plus spécialement son attention et sa surveillance.

C'est la nuit que la surveillance devra être le plus active. Il devra fréquemment visiter les endroits peu éclairés (four à chaux, générateurs, etc.) où la température plus douce invite les ouvriers au sommeil (appareil d'évaporation, cuite, etc.).

C'est surtout le lendemain de paie que la surveillance devra s'exercer. Les ivrognes seront renvoyés chez eux, sans violence.

Au lieu de donner des amendes il est préférable d'adopter la « mise à pied » qui punit plus équitablement. La mise à pied pourra varier de un demi-jour, ou un et plusieurs jours, mais elle devra *être le moins longue possible* car, derrière l'ouvrier, il y a la femme et les enfants.

Les ordres donnés aux ouvriers le seront toujours d'une façon polie mais ferme, sans brutalité et sans hésitation et surtout sans commentaires.

Chaque relai devra rendre l'usine propre au suivant et ne pas accumuler de travail pour le relai suivant (coupe-racines plein de betteraves, chaudières de carbonatation non vidées, etc.).

On pourra faire partager la surveillance de chaque surveil-

lant entre 2 relais également. Par exemple si le poste de jour prend à 5 heures les surveillants changeront à 12 heures. Pour accélérer le travail on pourra accorder des *primes* au delà d'un chiffre déterminé de betteraves travaillées dans les 24 heures.

Comme *chef de batterie* on devra choisir de préférence un homme intelligent et actif; la rapidité du travail dans l'usine dépend d'abord de la rapidité avec laquelle est conduite la batterie; aussi importe-t-il de ne pas confier ce poste à un homme âgé ou d'un caractère mou et nonchalant.

On adjoint en général au chef de batterie un *sous-chef de batterie* qui ferme les portes du haut et effectue les soutirages, un *tasseur* qui tasse les cossettes dans les diffuseurs à l'aide d'une longue barre de bois ayant la forme d'un aviron, ou à l'aide d'une fourche en fer.

Au-dessous de la batterie *un homme* s'y trouve également soit pour ouvrir la porte de vidange, soit pour nettoyer celle-ci et empêcher que les cossettes soient prises en refermant le fond. La porte de vidange est également refermée par lui dans les batteries où cette manœuvre se fait dans le bas.

Des signaux permettent aux ouvriers du coupe-racines, de la batterie dans le haut et dans le bas, de s'entendre.

Par exemple le *tasseur* sera muni d'un sifflet et on conviendra qu'*un* coup de sifflet voudra dire de mettre le coupe-racines en marche; deux coups signifieront d'arrêter celui-ci.

Une sirène sera établie également si on possède un transporteur hydraulique et on conviendra de signaux pour prévenir les ouvriers qui alimentent de betteraves les transporteurs, que l'on a trop de betteraves, ou que l'alimentation est insuffisante.

L'ouvrier placé au bas de la diffusion préviendra également ceux du haut que la porte de vidange est refermée, au moyen d'un signal quelconque.

Enfin, pour ce qui concerne la diffusion, quelques sucreries sont obligées de placer un ouvrier dans la fosse de vidange des cossettes épuisées (pulpes) pour faire passer celles-ci dans l'entraîneur, à l'aide d'une fourche à main.

Au *coupe-racines* on place en général un affûteur et un monteur de couteaux ; à la benne de pesage on place également un homme.

Pour ce qui regarde les autres postes on ne peut donner de règles absolues, le nombre des ouvriers dépendant en effet de diverses causes très variables, telles que l'importance de l'usine, disposition et emplacement du matériel, etc...

Ce qu'on peut affirmer, c'est qu'actuellement on peut compter qu'une sucrerie travaillant *350 tonnes* par 24 heures ne nécessite pas un personnel de plus de 35 à 40 ouvriers par poste.

Nous ne parlons pas, bien entendu, des ouvriers employés dans la cour de l'usine, au déchargement des voitures, des wagons, etc.

Pour la carbonatation, 1re et 2e, chaque ouvrier pourra conduire trois chaudières.

Pour les filtres-presses 1re et 2e on comptera pour chaque équipe : « un caporal, deux aides, un ou deux hommes pour la vidange des écumes et leur transport.

La filtration mécanique devra être particulièrement soignée et on devra avoir un personnel qui permette d'avoir toujours des filtres dont les toiles sont changées.

Au triple-effet on devra avoir un ouvrier consciencieux qui surveille ses caisses et ne s'endorme pas, comme cela arrive souvent, la nuit surtout.

A la cuite, *le cuiseur* qui est l'ouvrier chargé du fonctionnement de cet appareil, est en général placé à l'année dans l'usine. Il possède un métier en dehors de celui-ci, qui permet de l'utiliser pour les réparations (chaudronnier en cuivre ou en fer, maçon, charpentier, rodeur, etc.).

En général il y a toujours deux cuiseurs qui se remplacent successivement après chaque cuite.

Parfois cependant les cuiseurs se remplacent à heure fixe, mais c'est là une mauvaise chose.

Chaque cuiseur doit suivre sa *cuite entièrement*.

Les *turbineurs* sont généralement payés à tant par sac.

Les chauffeurs sont à la journée. On ne les intéresse pas assez dans les économies de combustible qu'ils peuvent faire. C'est là un tort.

Enfin le contremaître et les surveillants ne sauraient assez exciter l'amour-propre des ouvriers en leur accordant des *primes* au delà d'un certain chiffre de betteraves travaillées. Ainsi que pour la *qualité du travail* (bons épuisements à la diffusion, etc.).

On ne devra pas payer le *chef de batterie* au diffuseur ni à la quantité de betteraves mises en œuvre, car la qualité du travail pourrait en souffrir, si sa rapidité y gagnait.

Le poste de travail sera de 12 heures. Il commencera de 6 heures à 6 heures ou de 7 heures à 7 heures. A midi et à minuit on arrêtera le coupe-racines dix minutes à un quart d'heure pour le nettoyage des lavoirs, le graissage des machines etc.

On arrêtera également un quart d'heure à 6 heures pour le changement de poste.

Tous les dimanches le poste de jour deviendra le poste de nuit et inversement.

Les contremaîtres et surveillants devront se rendre compte du travail. De temps en temps au moment où ils verront que le carbonateur va couler sa chaudière, ils feront un essai d'alcalinité comme nous avons appris à le faire (1).

Il sera bon également d'avoir toujours dans la poche quelques papiers à la phtaléine ; ils pourront voir facilement

---

(1) Ne pas négliger non plus l'atelier de chaulage et le four à chaux.

si les jus filtrés sont bien alcalins à la sortie des filtres et dans le cas contraire être avertis d'un commencement de fermentation des jus.

Ils contrôleront souvent le degré Baumé du sirop et s'assureront ainsi de la régularité de l'évaporation au triple-effet.

Les machinistes chargés de l'entretien et du graissage des machines pendant le poste devront être également surveillés pour voir s'ils ne laissent pas « chauffer » de pièces.

Enfin, dans la nuit surtout, le contremaître ou les surveillants iront se rendre compte de la façon dont les chauffeurs conduisent leurs feux ; si les générateurs sont assez pleins, si l'alimentation se fait bien, si les chauffeurs ou les alimenteurs ne dorment pas, etc.

On ne saurait tout prévoir et tout analyser dans un travail comme celui-ci dont le cadre est restreint, mais on ne pourrait assez recommander aux contremaîtres et aux surveillants de veiller sans cesse avec attention sur le *travail* et sur les *ouvriers*. On doit se montrer sévère vis-à-vis des ouvriers dont on surprend la négligence dans le travail.

Inutile d'ajouter que l'ordre le plus parfait doit toujours régner dans l'usine et qu'en aucun cas un ouvrier ne doit abandonner son poste pour aller trouver un de ses camarades d'un autre poste.

B. — MARCHE NORMALE ET SURVEILLANCE DE LA BATTERIE DE DIFFUSION.

Les betteraves arrivent au coupe-racines qui les débite en cossettes. Celles-ci tombent par la trémie dans les diffuseurs ou sont chargées par un transporteur selon les batteries. Pendant le chargement on aide avec un mouvron ou une perche en bois au tassement des cossettes dans le diffuseur.

Chaque diffuseur peut contenir 48 à 60 kilogrammes de cossettes par hectolitre de capacité utile.

En marche normale, pour qu'une batterie de diffusion réponde au bon fonctionnement général de l'usine, il faut :

1. Qu'elle fournisse des cossettes *parfaitement épuisées.*

2. Qu'elle fournisse une *marche rapide,* autrement dit que, pour une durée de contact minimum pour les cossettes dans la batterie, les épuisements soient suffisants.

1. Conditions des bons épuisements. — L'épuisement des cossettes dépend de plusieurs causes que nous allons énumérer :

a. De la finesse des cossettes. — Qu'on réalise par un bon montage des couteaux et un choix judicieux de la « *division* » de ces couteaux.

Il y a trois divisions, la grosse, la moyenne et la petite. On choisira la *moyenne* en général.

La vitesse du coupe-racines influe également sur la finesse des cossettes et on ne devra pas avoir pour le coupe-racines une vitesse circonférencielle trop grande.

Un plateau de 2 *mètres* de diamètre ne tournera pas plus de 80 *tours à la minute.*

On observera pour le *montage des couteaux* si ceux-ci sont montés dans les boîtes, d'une façon uniforme.

Les cossettes devront être régulières, à découpures bien nettes et on ne devra jamais hésiter ni retarder le changement des couteaux dès qu'on se sera aperçu de la mauvaise qualité des cossettes.

b. Du chauffage de la batterie. — L'épuisement des cossettes dépend également de la façon dont est dirigé le chauffage de la battetie.

Si on *chauffe trop* on cuira les cossettes qui formeront une bouillie dans les diffuseurs et se presseront mal dans les presses ; en outre les jus se chargeront de matières pectiques ; la filtration et la cuite seront moins faciles, enfin les masses cuites de 2e jet pourront fermenter et partant rendre moins en cristaux.

Si on ne *chauffe pas assez* la cossette sera mal épuisée.

Une température de 75° dans le corps de la batterie est regardée comme très suffisante pour avoir de bons épuisements. Il est évident que plus la batterie aura de diffuseurs plus les épuisements pourront être bas.

Dans le cas où la circulation viendrait à être plus difficile et plus lente, le chef de batterie devra fermer un peu ses prises de vapeur afin de moins chauffer et d'abaisser la température de la batterie. Les indicateurs de température employés à la batterie (thalpotasimètres), permettront au chef de batterie de suivre le chauffage à chaque instant.

Comme nous l'avons dit, on ne chauffe pas le diffuseur qui va être mis en vidange, et la température devra décroître à partir du diffuseur qui précède celui qui va être vidé.

Dans certaines batteries on ralentit le chauffage en meichant en marche normale, dans d'autres munies d'injecteurs de vapeur on chauffe au contraire pendant le meichage. Ce dernier chauffage doit être préféré.

Système F. Garez. — Le système Garez est un système de meichage à chaud dont nous donnons un croquis (1). Ce n'est autre qu'un injecteur de vapeur avec un dispositif spécial.

Ces derniers temps M. Naudet a imaginé un système de diffusion dite diffusion forcée et continue extrêmement intéressante. Mais nous ne pouvons en parler ici en raison du cadre de ce travail.

Elle a été essayée et donne d'excellents résultats.

2. Marche normale de la diffusion. — Nous supposerons que nous sommes en pleine marche (voir figure 99, page 181).

Le diffuseur n° 3 par exemple se trouve rempli de cossettes au moment où nous arrivons à la batterie.

La porte du haut étant refermée, la nochère de descente des cossettes du coupe-racines se trouve disposée au-dessus du diffuseur suivant, n° 4, qui se trouve vide et qu'on va remplir.

(1) Voir plus loin.

Le diffuseur n° 2 vient d'être soutiré ; la soupape à eau est ouverte et la pression initiale se trouve sur le diffuseur n° 5 qui contient les cossettes épuisées et qu'on va vider à son tour.

Il faut alors meicher le diffuseur n° 3 qui vient d'être empli, c'est-à-dire y faire pénétrer par le bas le jus venant du diffuseur précédent, c'est-à-dire du diffuseur n° 2. Pour cela voilà les dispositions des soupapes.

1. *Avant le meichage.*	Soup. *ouvertes.*	Ci_5 Ci_6 ... Ci_n Ci_1, J_2, E_5, S.
	Soup. *fermées.*	Ci_2 Ci_3 Ci_4, J_1 J_3 J_4 J_5 ... J_n, E_1 E_2 E_3 E_4 E_6 ... E_n.
2. *Pendant le meichage.*	Soup. *ouvertes.*	Ci_5 Ci_6 ... Ci_n Ci_1, J_2 J_3, E_5.
	Soup. *fermées.*	Ci_2 Ci_3 Ci_4, J_1 J_4 J_5 ... J_n, E_1 E_2 E_3 E_4 E_6 ... E_n S.

Les lettres ont les mêmes significations que plus haut, la lettre S représente la soupage à jus du bac jaugeur.

Pour meicher le diffuseur n° 3, c'est-à-dire y faire pénétrer par le bas le jus venant du diffuseur précédent, c'est-à-dire du diffuseur n° 2, il faut ouvrir la soupape J_3 ; quand le jus apparaît au haut du diffuseur n° 3 et sort par le robinet d'air placé sur la porte du dessus, c'est que le meichage est terminé ; il faut donc arrêter le courant de meichage et pour cela on ferme la soupape d'introduction du jus dans le bas du diffuseur n° 3 ; la soupape Ci_2 est fermée et J_2 reste ouverte.

La circulation normale de bas en haut se trouve alors rétablie.

Le meichage, ainsi que nous l'avons dit, se fera lentement et on ne devra pas attendre pour pratiquer cette opération. En marche normale elle s'effectue en même temps que le chargement du diffuseur se termine.

La circulation normale se trouvant rétablie dans le diffuseur D_3, le jus qu'il contient est envoyé au bac mesureur.

Pour cela il suffit d'ouvrir la soupape S qui met en communication la conduite des jus avec le bac jaugeur. Comme

nous l'avons dit on ne peut soutirer pendant qu'on meiche et inversement.

Pendant que le diffuseur D_3 se soutire, le diffuseur D_4 s'emplit de cossettes, pendant qu'il s'emplit on vide le diffuseur n° 5 dont les cossettes sont épuisées.

Pour effectuer la vidange d'un diffuseur on doit d'abord l'*isoler*; pour cela on ferme E_5 et Ci_5 et on met la pression d'eau sur le diffuseur suivant le n° 6 qui va être vidé à son tour. On ouvre E_6 et C_6 et on met le diffuseur en bas.

Le bac mesureur s'est empli pendant ce temps, on ferme la soupape S du bac jaugeur, on meiche le diffuseur D_4 qui est plein de cossettes fraîches de la même façon que l'on a meiché D_3 et la série des opérations recommence toujours dans le même ordre.

Il ne faut pas oublier qu'au moment de vider un diffuseur on doit détruire la pression d'eau qui se trouve dans le joint hydraulique et qui maintient l'étanchéité de la fermeture.

Résumé des manipulations successives. — Comme on le voit, en marche normale la batterie n'est soumise qu'aux manipulations suivantes :

1. *Emplissage de cossettes;*
2. *Meichage;*
3. *Soutirage;*
4. *Vidange.*

Il y a toujours deux diffuseurs hors de la circulation : l'un en emplissage, l'autre en vidange et ce dernier doit être vide avant que le premier soit plein; cependant dans certaines dispositions on n'a parfois qu'un diffuseur en emplissage.

3. Densité des jus de diffusion. — On devra, autant qu'on le pourra, obtenir des jus à haute densité.

On n'aura jamais de jus au-dessous de 4,5 de densité à 15°.

Avec des betteraves renfermant 14 pour 100 de sucre, ce qui est normal pendant une bonne partie de la fabrication, M. Pellet estime qu'on doit avoir des jus de diffusion à 5,50,

à 5,60 de densité avec une perte totale de $0^{kgr},500$ à $0^{kgr},300$ pour 100 kilogrammes de betteraves.

Contrôle de la diffusion. — Outre les conditions que nous avons citées plus haut, on doit exercer un contrôle de la marche de la diffusion.

Pour les épuisements. — On fera prélever de temps en temps des échantillons de cossettes épuisées qu'on enverra au laboratoire.

Le résultat de l'analyse sera inscrit sur une feuille placée dans un cadre à la batterie. Les divers résultats seront réunis par des droites et formeront ainsi un graphique permettant au chef de batterie de voir si ses épuisements sont bons.

On devra les encourager par des primes.

Pour le soutirage. — Il est très important que l'on soutire à peu près toujours le même volume de jus par diffuseur. L'initiative du soutirage ne devra pas être laissée au chef de batterie, elle appartient au contremaître qui se rendra compte d'après les épuisements et d'après la densité des jus du volume qu'on doit soutirer.

Il sera bon d'adjoindre au bac mesureur un appareil enregistreur automatique de la quantité de jus soutiré. Il arrive en effet bien souvent que le soutirage est absolument variable suivant que l'ouvrier qui en est chargé se sent surveillé ou ne l'est pas. Or, comment régler le chaulage des jus si on n'opère pas sur un volume sensiblement constant de ces jus?

Le contrôleur automatique de M. Horsin-Déon est parfaitement construit et répond entièrement à la question.

Mesureurs belges. — Bacs à déversement.

Le soutirage variera entre 108 et 120 litres par 100 kilogrammes de betteraves, suivant la densité de celles-ci et la densité du jus de diffusion qui en est fonction.

Sachant que chaque diffuseur contient un poids P de cossettes, on en conclura facilement les limites entre lesquelles se fera le soutirage. On devra pratiquer les soutirages de façon

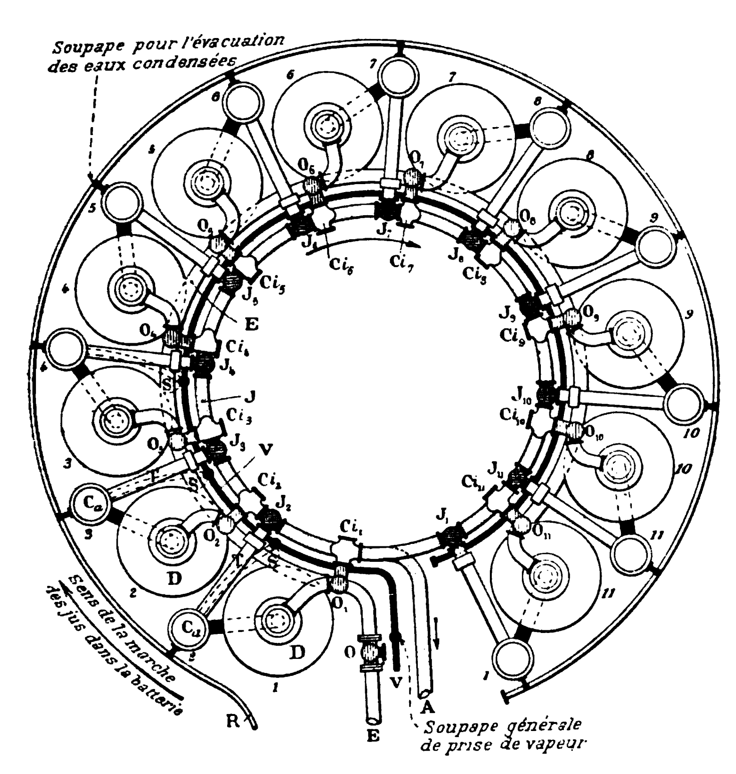


Fig. 101. — Ensemble schématique d'une batterie circulaire de 11 diffuseurs.

LÉGENDE EXPLICATIVE

- **A.** Tuyauterie de sortie du jus.
- **Ca.** Calorisateurs.
- **D.** Diffuseurs.
- **J.** Tuyauterie générale des jus.
- **V.** Tuyauterie de distribution de vapeur pour les calorisateurs.
- **R.** Tuyauterie pour le retour des eaux condensées.
- **E.** Tuyauterie générale d'eau.
- **T.** Tuyauterie générale de communication du calorisateur à la conduite générale du jus.

Soupapes.

- **O.** Soupape générale de prise d'eau.
- **O_1, O_2.** Soupapes de prise d'eau de chaque diffuseur.
- **J_1, J_2.** Soupapes à jus.
- **Ci_1, Ci_2.** Soupapes de communication.
- **S.** Soupape de prise de vapeur pour les calorisateurs.

à avoir à 15° des jus d'une densité de 5,5 à 6. Les épuisements de cossettes pourront également influer sur la valeur du soutirage. Si les épuisements sont élevés, on augmentera un peu le soutirage. Par exemple, si les épuisements sont élevés et que le jus soit d'une densité suffisante, on soutirera un hectolitre ou un demi-hectolitre de plus par diffuseur.

C. — CONDUITE, SURVEILLANCE ET MARCHE NORMALE DU CHAULAGE ET DE LA CARBONATATION.

1. Conduite du chaulage. — Comme nous l'avons dit précédemment, il est absolument urgent que la quantité de chaux ajoutée aux jus soit bien déterminée et constante sensiblement.

Si on ne possède pas de balance automatique du genre Cerny-Stole, on devra contrôler *très souvent* le degré Baumé du lait de chaux.

On devra habituer les ouvriers employés à la confection du lait de chaux à fournir un lait d'une densité à peu près constante, et non comme dans certaines usines, tantôt du lait à 10° B, tantôt à 30° B.

La chaux employée pour une même fabrication ayant une composition assez homogène, les ouvriers pourront facilement fournir, après quelques jours de travail, un lait de chaux de densité sensiblement constante.

Si l'usine possède une balance automatique du genre Cerny-Stole, on n'aura pas à se préoccuper autant de la densité du lait de chaux, mais il ne faut pas croire que l'on doive cependant s'en désintéresser absolument. On devra exiger qu'il soit toujours entre 20 et 22° B. Ces balances sont en effet d'une sensibilité limitée et on ne pourrait prétendre avoir un chaulage constant avec du lait de chaux présentant de grandes différences dans la densité, par exemple 10 et 30° B.

Avant d'étudier le fonctionnement pratique de la balance,

nous allons donner quelques indications pour le cas où l'on ne possède pas cet appareil et par conséquent où l'on se trouve obligé de déterminer *empiriquement* la quantité de chaux ajoutée.

Comme on le sait la quantité de chaux dans un lait est rapportée au volume (litre et le plus souvent l'hectolitre).

On a déterminé expérimentalement la quantité de chaux contenue dans un volume de lait de chaux dont le degré Baumé est connu. Ces différents résultats rangés par ordre constituent ce qu'on appelle une *table*.

La plus employée est la :

Table de Lunge et Blattner (1). — *Usage de la table.* — Par exemple un lait de chaux marque 15 au pèse Baumé à 15° C., on consulte la table et on trouve en face du chiffre 15 que 1 litre de lait de chaux contient dans ces conditions 148 grammes de chaux par litre ou $14^{kgr},800$ par hectolitre.

Cette même table donne la densité du lait de chaux ou poids du litre, puis la quantité de chaux contenue dans 100 parties de lait de chaux, en poids, en pratique pour éviter toute table on dit que le degré Baumé est égal à la richesse en chaux pure pour 100 CaO. Ex. 15° B = 15 pour 100 CaO, 25° B. = 25 pour 100 CaO.

Exemple. — Pour 15° B, la densité du lait étant indiquée égale à 1116 il s'ensuit que l'on a 148 de chaux dans le litre.

D'autre part si 116 de lait contient 148 de chaux,

— 100 de lait contiendront $\frac{148 \times 100}{1116} =$ 13 26.

Donc en résumé ayant un lait de chaux dont on connaît le degré Baumé la table donne :

1° Le poids du litre de lait de chaux correspondant à ce degré Baumé.

---

(1) Voir à la fin du volume la table.

2° La chaux contenue dans 1 litre de ce lait.

3° La chaux contenue dans 100 en poids de lait de chaux.

Cette table étant à notre disposition il est facile de déterminer d'après elle le volume de lait de chaux pour avoir un chaulage déterminé.

Supposant par exemple qu'on veuille chauler le jus de diffusion de façon qu'il contienne $2^{kgr},500$ de chaux par hectolitre.

Supposons que le lait de chaux marque 15° B.; il s'en suivra que pour 1 hectolitre de jus on devra employer : 16 lit. 89 de lait de chaux.

Pour faciliter encore cette détermination on a construit une table permettant de déterminer le volume de lait de chaux de degré Baumé déterminé qu'on doit ajouter par hectolitre de jus pour avoir le chaulage qu'on se propose de donner aux jus.

C'est la *Table d'Unger*.

Pratiquement on tâche d'avoir un lait de chaux de densité sensiblement constante ; on détermine le volume de ce lait qu'on doit ajouter à un volume fixe de jus, on chaule en employant toujours ce même volume.

Pour le chaulage automatique par la balance il sera simplement nécessaire de procéder au réglage de la balance avant de la mettre en usage (1).

Les contremaîtres et les surveillants devront fréquemment prélever des échantillons de jus chaulés et déterminer la quantité de chaux qu'ils contiennent par hectolitre.

Cette partie de la fabrication sera également très suivie par le laboratoire de l'usine, et les chimistes devront faire part au contremaître des anomalies et des résultats anormaux qu'ils ont pu constater.

---

(1) A cet effet, on chargera le fléau de masses additionnelles en plomb, jusqu'à ce que par tâtonnements on soit arrivé au chaulage normal.

Notons aussi la difficulté qu'on éprouve à prendre le degré Baumé du lait de chaux.

A partir de 15° B. on peut dire que la prise du degré Baumé est à peu près impossible. Aussi ce qu'il vaut mieux faire c'est peser un volume de lait de chaux dans un ballon toujours le même, avec une table faite d'avance d'après le poids total du ballon et du lait de chaux (200 centimètres cubes) on a le degré Baumé exact.

2. Conduite de la carbonatation. — Le jus venant du bac d'attente des jus chaulés pénètre soit directement dans la chaudière, si le bac se trouve en charge sur la chaudière, soit au contraire par refoulement direct. Mais ce dernier mode doit être rejeté.

L'ouvrier carbonateur ouvre son robinet de jus pour le faire pénétrer dans la chaudière, il en surveille avec attention l'emplissage, puis quand sa chaudière est pleine jusqu'au robinet de jauge, il ferme le robinet d'arrivée du jus, puis la porte afin d'éviter que les mousses ne s'échappent au dehors, enfin il ouvre sa prise de gaz et commence la carbonatation.

En première carbonatation on pousse jusqu'à ce que le jus indique une alcalinité de $0^{gr},90$ à $1^{gr},30$ par litre, cette alcalinité étant considérée comme due uniquement à la chaux (alcalinité évaluée en chaux).

L'ouvrier carbonateur règlera la carbonatation sur le dépôt (décantation), puis comme vérification il fera des essais pendant la carbonatation afin de s'assurer s'il est au point qu'on lui a désigné. Ces essais, ainsi que nous l'avons dit se font au moyen de papiers, et de liqueurs titrées.

Pendant la carbonatation on observe que l'aspect des mousses change. Au début ce sont des mousses blanches épaisses et abondantes, puis celles-ci s'affaissent et deviennent grises.

Les bons ouvriers arrivent cependant par l'habitude à arrêter leur chaudière à un point sensible constant par l'examen du liquide, suivant la rapidité de la décantation.

L'essai leur permet de bien s'assurer s'ils sont au point;

à l'aide d'un récipient quelconque, ou d'une *cuillère* on prélève une petite portion du jus, on voit des grumeaux se séparer et se précipiter au fond, tandis que le liquide surnageant devient limpide et d'une couleur légèrement ambrée. Lorsque cette précipitation se fait bien, ceci indique que l'opération a été bien conduite et qu'elle est terminée (1).

Ces derniers temps, on a remarqué qu'il y avait avantage à carbonater en 1re carbonatation à une température moyenne, c'est-à-dire sans porter les jus à l'ébullition.

L'opération commence à 45°, à 50°, à la fin on pourra laisser monter jusqu'à 65° et on coulera à 70-75°, on pourra cependant couler à 65° ou finir à 70-75° sans avoir besoin de rechauffer entre la fin et la filtration.

Pour abattre les mousses le carbonateur aura à sa disposition du beurre de coco, et les injecteurs de vapeur. Quand la chaudière est terminée on ouvre la soupape de vidange et la chaudière s'écoule dans le bac d'attente des filtres-presses de 1re carbonatation.

IIe Carbonatation. — Le jus de première carbonatation filtré et bien limpide est additionné de 2 à 4 pour 100 de son volume de lait de chaux dans la chaudière même où doit s'opérer la seconde carbonatation.

La seconde carbonatation doit se faire très rapidement.

Puis on introduira le gaz et on arrêtera l'arrivée de celui-ci quand le jus aura une alcalinité de $0^{gr},10$ à $0^{gr},25$.

L'essai à la cuillère renseignera encore l'ouvrier, mais il est beaucoup plus difficile à faire en raison du précipité peu abondant. Ici le titrage alcalimétrique avant la fin est indispensable pour obtenir un point exact. Le liquide sera maintenu à 85-90°.

On terminera cette seconde carbonatation par une franche ébullition maintenue *deux minutes*, puis on coulera dans le

(1) Bien entendu ces remarques n'excluent pas les essais que doivent faire les ouvriers avec la liqueur titrée.

bac mélangeur des jus troubles de seconde carbonatation où le jus sera maintenu chaud, la filtration étant beaucoup plus rapide à chaud qu'à froid.

Remarque. — Beaucoup de fabriques, paraît-il, ne sont plus partisans de cette ébullition et se sont bien trouvées de sa suppression.

Sels de chaux. — On remarque parfois que les jus renferment des sels de chaux.

Le meilleur remède c'est le carbonate de soude.

On l'emploiera à raison de $0^{kgr},200$ à $0^{kgr},100$ par hectolitre de jus (1).

On l'emploiera de préférence à la seconde carbonatation, avant la coulée. — Les *Contremaîtres et surveillants* devront veiller tout spécialement à la marche de la seconde carbonatation (qu'on appelle encore *saturation*). Les ouvriers seront munis d'appareils d'*essais posés sur une petite table* placée à *leur portée.* Celle-ci devra être bien éclairée afin de voir nettement la coloration donnée par l'indicateur (tournesol, phtaleine, acide rosolique). Le laboratoire devra s'occuper tout spécialement de ce poste qui est d'une importance capitale.

D. — CONDUITE, SURVEILLANCE ET MARCHE NORMALE DE LA FILTRATION.

Comme on le sait la filtration des jus et sirops se fait :

Dans les filtres-presses ;

Dans les filtres mécaniques.

1. Filtres-presses. — Les filtres-presses pour les jus de 1re carbonatation sont à lavage, tandis que ceux des jus de 2e carbonatation sont en général à filtration simple.

Pour les premiers, les toiles propres et sèches étant montées sur les plateaux, le fonctionnement se fait en 4 phases :

(1) On peut même descendre à 50 grammes par hectolitre de jus. On peut employer la baryte également à raison de 60 à 90 grammes par hectolitre de jus.

1° Le filtre ayant tous ses plateaux garnis et serrés, on fait arriver le jus par une extrémité.

Un robinet placé sous la main de l'ouvrier permet de faire l'*emplissage*.

2° Le filtre étant plein, on arrête l'introduction du jus et la phase du *lavage commence*.

Quand le lavage a été suffisant, ce qu'on reconnaît au volume d'eau employé, qu'on jauge dans des nochères, on arrête l'arrivée d'eau ; rappelons que avec un même volume d'eau on peut laver bien ou mal selon la qualité des écumes.

Le volume d'eau à employer sera indiqué par le chef de fabrication (1).

Comme nous l'avons dit dans les filtres dits *filtres monstres* de construction récente, le lavage s'effectue ou peut s'effectuer en même temps par les deux extrémités.

3° Enfin, après l'emplissage et le lavage, on procède à la vidange des tourteaux ou écumes.

Le filtre-presse est desserré, puis à l'aide de sabres en bois les ouvriers détachent les tourteaux des toiles.

Les tourteaux tombent dans une nochère placée au-dessous et de là dans des wagonnets qui les transportent au dehors.

Les petits jus qui s'écoulent sont généralement envoyés, comme nous l'avons dit, à l'atelier de confection du lait de chaux, pour *diluer* le lait de chaux, et non pour éteindre la chaux.

La quantité d'écumes obtenues varie de 10 à 13 pour 100 du poids des betteraves mises en œuvre, suivant la quantité de chaux employée.

Eau nécessaire au lavage. — On compte sur 1 hectolitre par tonne de betteraves.

Perte en sucre. — On devra suivre attentivement le la-

(1) On compte sur 1 litre d'eau par kilogramme de betteraves travaillées, et on admet que 1 kilogramme de chaux employée au chaulage fournit après carbonatation 4 kilogrammes d'écumes.

vage des tourteaux. On considère comme bon épuisement, un épuisement correspondant à 1 kilogramme de sucre pour 100 en poids d'écumes ; mais on pourra pousser le dessucrage jusqu'à 0^{kgr},50 le plus souvent.

On devra encourager par des primes les bons de sucrages avec le minimum d'eau. Par exemple, lorsque la moyenne des analyses du laboratoire indiquera un lavage au-dessous de 0^{kgr},70, on pourra accorder une prime aux ouvriers des filtres-presses. On doit toujours stimuler le bon travail.

Pour la seconde carbonatation le fonctionnement des filtres est encore plus simple, puisque, en général, dans ceux-ci on ne lave pas les tourteaux qui sont rentrés dans le travail.

Les échantillons seront pris par le chimiste à l'aide d'une sonde sur plusieurs tourteaux et en différents points.

2. Filtration mécanique. — *Composition des écumes.* — L'entretien des filtres mécaniques devra être surveillé de très près par le contremaître et les surveillants.

Dès qu'un filtre coulera trouble et lentement, ne pas hésiter à le mettre hors service, changer les toiles et le nettoyer.

Pratiquement, quand un filtre mécanique a marché 48 heures sans arrêt, on peut considérer que c'est fort bien.

Les filtres seront couverts de préférence. On devra faire en sorte qu'il n'y ait pas de *bulles d'air*, ce qui indiquerait que les toiles sont mal posées.

Or l'air est le véhicule de la fermentation et un tel filtre ne manquerait sûrement pas de fermenter après quelque temps.

E. — CONDUITE, SURVEILLANCE ET MARCHE NORMALE DU FOUR A CHAUX.

Un four à chaux en marche normale peut être divisé en trois zones principales :

1° La *zone supérieure* qui est la *zone d'échauffement* et de

déshydratation, sauf pour les calcaires contenant 0,10 à 0,30 pour 100 d'eau et qui sont employés en Belgique ; la température y est croissante depuis le haut jusqu'à un certain niveau qui se trouve à une température supérieure et où commence la décomposition de la pierre à chaux.

2° La *zone de réduction*. — Cette zone offre une certaine épaisseur ; la température va en croissant jusqu'à un certain niveau, c'est la température maximun, puis va en décroissant jusqu'à un niveau inférieur où il n'y a plus incandescence.

3° La *zone de refroidissement* qui est nécessaire afin de ne pas défourner de pierres rouges.

Tout le problème de la conduite du four revient à maintenir ces trois zones sensiblement fixes et de hauteur constante.

Par exemple, la zone de réduction descendant trop bas, on défournera des pierres rouges et partant de la chaux non utilisable immédiatement. La zone de refroidissement dans ce cas se trouve insuffisante, autrement dit le four est trop bas. On devra faire remonter un peu la zone de réduction en retirant une plus grande quantité de chaux et en diminuant les charges de coke. Si au contraire la zone de réduction est trop haute (four trop haut) la dissociation de la pierre est trop rapide, il se forme des *surcuits*.

Enfin, si la zone de réduction est insuffisante, la dissociation sera insuffisante et on aura des *incuits*. Le contremaître et le surveillant devront veiller d'une façon très rigoureuse aux chargements du four.

Au commencement de la fabrication, il indiquera le nombre de charges de pierre et de coke à faire, et quelques jours après, suivant quels seront les résultats de la marche (aspect de la chaux, richesse du gaz carbonique, etc.), on jugera s'il y a lieu de faire varier les proportions de pierre et de coke.

Le contremaître veillera soigneusement à ce que les chargements se fassent à heure fixe.

La décharge de la chaux se fera peu à peu d'une façon sensiblement continue, en faisant jouer les barreaux du trou de vidange.

La charge devra toujours être prête à descendre dans le four et sera placée sur le cône de fermeture en attendant que l'heure fixée pour le chargement soit venue.

Proportions adoptées. — Par charge on emploie en général :

25 à 40 mannes de pierre.
5 à 10 — de coke.

Ou encore pour 100 kilogrammes de pierre on adopte 8 à 15 kilogrammes de coke (1).

Les charges se feront très régulièrement toutes les heures et au maximum toutes les heures et demie.

Le gaz sera essayé une demi-heure après l'heure du chargement. On compte sur le double de calcaire du poids de la chaux ; si on dépense $3^{kg},600$ pour 100 de betteraves il faudra 6 kilogrammes de calcaire ou 60 kilogrammes par tonne de betteraves.

F. — CONDUITE, SURVEILLANCE, MARCHE NORMALE DE L'ÉVAPORATION ET DU TRIPLE-EFFET.

Après la filtration mécanique les jus se rendent dans un bac d'attente où une pompe à double effet les aspire.

Si le triple-effet comporte un *vaporisateur,* c'est-à-dire une caisse où l'évaporation se fait sans vide et à la vapeur directe, le jus sera refoulé directement par la pompe dans le vaporisateur.

Si au contraire la première caisse est une caisse ordinaire, c'est-à-dire si le triple-effet ne possède pas de vaporisateur, le jus se rendra directement dans celle-ci, aspiré par le vide.

(1) Il est évident que ces chiffres n'ont rien d'absolu et sont fonctions de la construction du four, de sa marche, de la composition du calcaire, de son degré d'humidité.

On choisira des pompes doubles à *marche très douce* (Burton, Worthington).

1. Circulation du jus. — Nous allons figurer un schéma du triple-effet. La légende indique la signification des lettres et la destination des organes (V. pages 213 et 105).

Les trois caisses communiquent entre elles au moyen de tuyauteries ; les robinets permettent de diminuer ou d'augmenter la vitesse de passage du jus d'une caisse à l'autre. Le réglage des robinets est fait par l'ouvrier qui se trouve chargé de la marche de l'évaporation (1). Le jus circule donc d'une caisse dans l'autre d'une façon continue et tout se borne à régler les robinets qui font communiquer les caisses entre elles.

Pour obtenir d'un triple-effet le maximum de travail il faut que le niveau du liquide soit maintenu aussi bas que possible, mais sans cependant que les tubes restent exposés sans liquide à l'action de la chaleur, car dans ce cas le liquide sucré venant frapper contre les tubes chauffés serait plus ou moins caramélisé. Il ne faut pas non plus que le niveau soit trop élevé dans la caisse. A cet effet M. Daix a imaginé un appareil qu'on adjoint au T.-E. et qui règle automatiquement l'alimentation. Le sirop est aspiré dans la dernière caisse soit directement au moyen d'une pompe, soit par l'intermédiaire d'un ballon collecteur des sirops.

Ces derniers temps on a imaginé le système du *marais*.

Système du marais. — Le sirop se rend dans un ballon d'attente situé à une certaine profondeur suffisante pour équilibrer le vide de la caisse. Là une pompe réglée automatiquement au moyen d'un système de leviers reliés à un flotteur qui se trouve dans le ballon et qui ouvre ou ferme l'introduction de vapeur selon le niveau, aspire le sirop et le refoule dans le bac d'attente de la sulfitation.

---

(1) Évaporeur.

Quand la pompe aspire directement dans la caisse, cette pompe se trouve en général actionnée directement par le moteur de la pompe à air du triple-effet.

Résumé. — Le jus se trouve refoulé dans la première caisse 1, un robinet permet à l'ouvrier de l'introduire dans la caisse, de la caisse n° 1 il se déverse après l'avoir traversée dans la caisse n° 2 et un robinet permet de régler la vitesse de passage ; enfin il pénètre dans la caisse n° 3 et passe à l'état de sirop ; une pompe l'extrait de la caisse au fur et à mesure de sa production.

L'ouvrier évaporeur a de plus une soupape de prise de vapeur directe et de vapeur de retours pour le chauffage, ainsi qu'une soupape permettant de régler la quantité d'eau d'injection dans la pompe à air (soupape dite soupape de vide ou soupape d'eau).

2. Tuyauteries diverses. — Les triple-effets portent en outre une tuyauterie d'eau pour le lavage et des tuyauteries pour les eaux de condensation (1). Ces dernières sont munies de robinets à chaque caisse et l'ouverture de ces robinets est réglée une fois pour toutes par le contremaître où le surveillant. De temps en temps le contremaître vérifiera s'ils sont bien réglés.

Les retours en nombre variable avec les caisses, sont *libres* pour la première caisse en général, pour les autres ils sont aspirés par la pompe des retours.

3. Marche normale. — Quand on met en marche le triple-effet on met en fonctionnement la pompe à air et on ouvre le robinet d'injection d'eau du condenseur. Le vide monte dans les trois caisses. On introduit du jus dans les trois caisses au moyen des robinets S. A. Puisqu'on a assez de jus, de façon que les plaques tubulaires soient recouvertes ; on ferme ces robinets (v. planche).

---

(1) Qu'on appelle encore retours d'eau de condensation ou simplement retours.

On ouvre alors le robinet de vapeur S. Va.

On chauffe alors la première caisse, et à mesure que l'évaporation s'opère on constate que le vide baisse dans la caisse.

La vapeur d'échappement vient se condenser dans les espaces intertubulaires de la première caisse et l'eau de condensation est évacuée *librement* en général et se rend directement au ballon ou récipient des retours pour servir à l'alimentation des générateurs (1).

La vapeur provenant des jus de la première caisse passe dans la partie intertubulaire de la deuxième caisse et produit l'ébullition; le vide monte.

Les eaux condensées provenant de la vapeur qui a produit l'ébullition dans la caisse sont aspirées par la pompe des retours qui est une pompe spéciale soit par une pompe commandée par la pompe à air.

La vapeur qui se produit par l'ébullition du jus dans la caisse n° 2 se dégage et va chauffer de la même façon le jus de la troisième; enfin la vapeur qui se produit dans cette caisse n° 3 passe dans le réchauffeur tubulaire où elle commence le chauffage du jus de diffusion ou du jus chaulé.

La vapeur sortant du réchauffeur va au condenseur où elle se condense et le mélange produit par la condensation est aspiré par la pompe à air (2).

La marche normale s'établit alors dans les trois caisses et le vide monte pour atteindre sa valeur normale dans chaque caisse.

Le vide est toujours exprimé en pouces.

Il est de :

4 pouces pour la première caisse.

12 à 14 pouces pour la deuxième caisse.

22 à 24 pouces pour la troisième caisse.

---

(1) Ce récipient est constitué le plus souvent par un simple bac.

(2) Les eaux chaudes du condenseur se rendent au refroidissoir pour être employées à nouveau. Plus les eaux employées au condenseur sont froides, plus le vide au T.-E. est élevé.

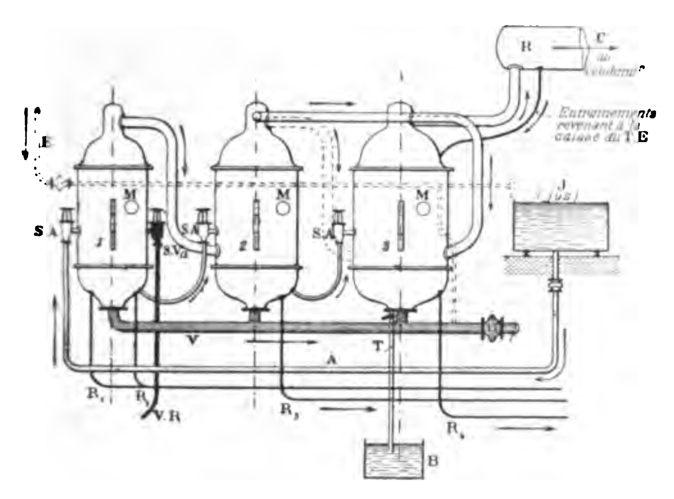


Fig. 102. — Ensemble schématique d'un triple-effet.

LÉGENDE EXPLICATIVE

A.	Tuyauterie d'alimentation.
B.	Bac recevant le sirop quand on vide la troisième caisse en fin de fabrication.
E.	Tuyauterie d'eau pour le lavage des caisses.
J.	Bac couvert, en charge sur le T. E, renfermant le jus filtré devant être évaporé.
S. A.	Soupapes d'alimentation pour chaque caisse.
S. Va.	Soupape pour la vapeur venant du ballon des retours.
V. R.	Tuyauterie d'amenée de vapeur de retours.
V.	Tuyauterie de vidange des caisses.
M.	Manomètres-Indicateurs du vide.
R_1. R_2.	Retours libres de la première caisse (allant aux générateurs).
R .	Retours aspirés par pompe (deuxième caisse (allant aux générateurs).
R .	— (troisième caisse —
R.	Ralentisseur-désucreur.
T.	Tuyauterie de vidange du sirop en fin de fabrication.

N. B. — Les parties figurées en pointillés sont situées sur l'autre face des caisses.

Quand le sirop dans la troisième caisse est arrivé à un degré de concentration suffisant (20 à 30° B.), on vide une certaine quantité de sirop qu'on remplace par du liquide de la deuxième caisse au moyen du robinet S. A.

La deuxième caisse reçoit en même temps du jus de la première caisse et cette dernière est alimentée de façon à compenser le liquide qui a passé dans la seconde.

Les trois robinets sont alors réglés de façon que l'évaporation se fasse d'une manière continue.

Les caisses devront être sensiblement au même niveau quant au liquide évaporé.

La hauteur des liquides au-dessus des plaques tubulaires supérieures devra être très faible, de façon à produire un *ruissellement* et partant produire une évaporation très rapide sans crainte d'enlèvements ou d'entraînements de vésicules sucrées (1).

Arrêts. — Si, pour une raison quelconque, on est obligé d'arrêter, sans cependant qu'il soit nécessaire de vider les caisses, on doit d'abord fermer la prise d'eau d'injection (fermer le vide), puis ouvrir la soupape permettant de faire échapper la vapeur au dehors (mettre la vapeur dehors). On fermera en même temps l'arrivée de jus dans la première caisse et l'on supprimera le soutirage du sirop.

4. Lavage et nettoyage des caisses. — Il se forme des dépôts et des incrustations dans les tubes, qu'il est nécessaire d'enlever de temps en temps.

Les caisses seront passées à l'acide chlorhydrique ordinaire dès qu'on remarquera que l'évaporation devient plus lente. On devra effectuer ce nettoyage toutes les fois que le

(1) Dans un triple-effet l'ébullition est ainsi produite :
à 95° pour la 1re caisse.
78° — 2e —
60° — 3e —
En supposant une contre-pression de 0kgr,5 pour la vapeur de retour, soit une chute de température de 17° entre les caisses.

chef de fabrication le jugera utile. Ceci est très variable, parfois on lavera après 3 semaines, parfois on lavera tous les 8 jours.

On profitera d'un arrêt plus long bien entendu, dans le cas où l'usine se trouverait arrêtée pour un autre motif.

En général on ne lave et on ne passe à l'acide que les deux dernières caisses (1).

Nous donnons un schéma de la disposition adoptée pour cette opération. (Voir 2e partie, chapitre 1er au T. E.)

G. — CONDUITE ET MARCHE NORMALE DE LA CUITE EN GRAINS.

Nous diviserons la conduite de la cuite en trois phases :

I. *Concentration du sirop* (évaporation).

II. *Formation du grain ou grainage.*

III. *Nutrition du grain.*

IV. *Serrage et coulage.*

1. Première phase. — Concentration du sirop. — La porte de vidange placée dans le bas de la chaudière étant hermetiquement fermée, ainsi que toutes les ouvertures (trou d'homme, regards, etc.), les soupapes de prise de vapeur et d'introduction de sirop étant également fermées, on met en route la pompe à air, on ouvre un peu la prise d'eau d'injection qui se trouve reliée comme dans le triple-effet au moyen d'un levier au volant placé à la portée du cuiseur.

Quand le vide est monté à 10 ou 12 pouces on ouvre franchement la soupape d'introduction de sirop.

---

(1) On emploie pour le passage à l'acide de l'eau acidulée à 3 pour 100, dans la caisse à sirop, à 2 pour 100 dans les autres. On pourra passer les caisses d'abord à la soude à raison de 1/2 kilogramme de soude par mètre carré de surface de chauffe, pour chaque caisse, puis ensuite à l'acide. — Mais le plus souvent on se contente du lavage à l'acide. — On compte pour ce dernier 3 heures.

Le sirop arrive dans la chaudière, monte, et bientôt le premier serpentin intérieur se trouve couvert par le sirop. Un index placé au niveau de ce serpentin à l'extérieur, sur le montant des glaces-fenêtres par exemple, permet au cuiseur de reconnaître si le sirop se trouve à ce niveau (1).

On ferme alors l'arrivée de sirop, puis on ouvre la soupape générale de vapeur, puis la soupape particulière commandant le premier serpentin.

On règle alors l'arrivée de sirop en laissant un peu ouverte la soupape d'introduction de façon que le niveau reste sensiblement constant pendant toute la période de concentration (2).

Dans certaines cuites on évapore avec *deux* serpentins, l'évaporation est alors plus rapide et on gagne du temps.

Le sirop se concentre donc. Au début il *coule* rapidement sur les glaces, puis à mesure que la concentration augmente il se forme des bouillons et des sortes de perles qui viennent rouler sur la glace.

Au commencement on chauffera de 1 *kilogramme* à 2 *kilogrammes*, puis on laissera monter la vapeur à 3, 4 et même 5 kilogrammes de pression, de façon à évaporer le plus rapidement.

On laissera également monter le vide le plus possible à 20, 22 pouces par exemple.

Au moment du grainage le sirop marque 43° B. environ.

Pour reconnaître ce point le cuiseur fait un essai afin de s'assurer du *point de cuite*. A ce moment-là il fermera son vide de façon à le faire baisser. Il fermera également un peu la prise de vapeur.

Ayant les doigts bien secs, le cuiseur prend avec la sonde un peu de sirop, entre le pouce et l'index ou le doigt du milieu. Il écarte alors ces deux doigts. Le sirop formant

(1) Cet index sera fait, par exemple, avec une lime.

(2) On peut aussi grainer en fermant entièrement l'arrivée du sirop.

à ce moment une masse visqueuse s'étire en fil fin qui se casse et dont l'extrémité se recourbe en « queue de cochon », comme disent les cuiseurs.

S'il se laisse trop étirer avant de se casser, c'est que le point de cuite est dépassé, si, au contraire, il ne s'étire pas, ne file pas comme on dit, c'est qu'on ne sera pas encore arrivé au point de cuite.

Cette prise d'essai est dite *prise au filet*.

Au moment du grainage le cuiseur devra avoir 16 à 17 pouces de vide au manomètre indicateur de vide et 3^{kgr},500 à 4 kilogrammes de pression de vapeur.

Deuxième phase. — Grainage. — Le point de cuite étant atteint et ayant 16 à 17 pouces de vide et 4 kilogrammes de pression le cuiseur procède au grainage.

Pour cela il ouvre rapidement la soupape d'introduction de sirop puis il la referme trois secondes après. Le temps de compter 1, 2, 3. Il donnera ainsi 2 ou 3 charges à quelques secondes d'intervalle.

Il doit alors reconnaître s'il y a du grain ; à cet effet il prélève un échantillon à l'aide de la sonde et le fait couler sur une plaque de verre bien propre. On examine cette plaque par transparence et on aperçoit les grains minuscules.

Si le cuiseur reconnaît qu'il n'a pas assez de grains on donnera une nouvelle charge ; mais c'est fort rare car les cuiseurs prennent en général toujours trop de grains.

Pendant toute la durée du grainage le cuiseur devra se maintenir au point de cuite (1).

Troisième phase. — Nutrition du grain. — Le grain étant formé il ne restera plus qu'à le nourrir pour le faire grossir.

(1) Sinon il s'expose à faire fondre son grain ou à en reformer.

A cet effet on alimente d'une façon *continue* en ouvrant d'un filet la soupape d'introduction de sirop. Pendant le commencement de cette phase le cuiseur s'attachera à conserver une température et un point de concentration voisins de ceux du point de cuite. Si on laissait monter la température ou diluer trop le sirop par une alimentation trop grande, on refondrait le grain qui avait été formé ; si au contraire la température s'élevait ou si l'on dépassait le point de concentration, on reformerait d'autres grains et l'on aurait des cristaux très irréguliers.

Quand le second serpentin se trouve couvert, les cristaux sont plus gros ; on peut alors laisser monter le vide et ouvrir un peu plus l'alimentation. On devra marcher toujours très liquide.

Au fur et à mesure que la masse s'élèvera dans la chaudière on introduira la vapeur dans les serpentins *couverts* (1). On marchera alors de façon à mener rapidement la cuite. On aura 5 kilogrammes de pression par exemple, et le vide le plus haut possible.

Quatrième phase. — Serrage et coulage. — Quand la cuite est montée jusqu'à la dernière glace et que par conséquent tous les serpentins sont couverts on procède au *serrage*.

On diminue peu à peu l'alimentation et dans la dernière période on la cesse tout à fait.

On modérera l'eau du condenseur de façon à avoir 20 à 21 pouces de vide.

La masse cuite prend alors un aspect miroitant et cesse de

(1) C'est-à-dire couverts par le sirop. On donnera en même temps un peu plus d'eau au condenseur pour augmenter le vide. Au delà du second serpentin, on peut dire que le cuiseur n'a plus de difficultés sérieuses à redouter.

bouillonner. On ferme l'alimentation et on diminue l'introduction de vapeur de manière à abaisser la pression à 3 ou 4 kilogrammes (1).

Quand la masse cuite doit être aspirée dans un malaxeur fermé dans le vide, pour la cristallisation en mouvement, on ne serrera pas la cuite et on la maintiendra toujours liquide.

Au moment du coulage le cuiseur ferme sa prise générale de vapeur, puis chaque prise de serpentins, on ouvre les purgeurs ; on arrête la pompe à air et on casse le vide par le robinet à beurre. On ouvre alors la porte de vidange, ou la soupape permettant d'envoyer la masse cuite au malaxeur fermé dans le vide.

Le sirop employé à la cuite devra marquer 22 à 23° B (2).

La durée de la cuite est très variable, il y a des cuites qui sont faites en 7 heures et d'autres en 13 heures (3).

Cuite des bas produits. — Les bas produits sont cuits : soit à *la bassine,* c'est-à-dire dans une chaudière où on ne fait pas le vide.

Le point de cuite est déterminé par le cuiseur à « l'écumoire ». On plonge celle-ci dans la masse cuite ou la retire, le cuiseur souffle, lorsque les bulles se détachent bien on est au point de cuite.

Aujourd'hui on cuit généralement dans le vide, « au filet », dans des chaudières à cuire ordinaires, c'est-à-dire chauffées par serpentins, ou mieux encore dans des chaudières spéciales, tubulaires.

---

(1) On peut même descendre à 1 kilogramme. Ne pas toucher à l'eau du condenseur dans cette dernière phase.

(2) Au minimum.

(3) A la fin, le cuiseur pourra multiplier les essais à la sonde ; voir comment la masse cuite coule de la sonde, sa consistance entre les doigts, son aspect le long des glaces, qui devront être toujours très claires.

H. — CONDUITE DE LA SULFITATION.

La conduite de la sulfitation devra être surtout suivie par le laboratoire qui fera des essais fréquents.

Le *contremaître* et les *surveillants* pourront cependant se rendre compte un peu du travail au moyen de papiers de tournesol qui leur indiqueront la réaction du sirop.

On devra choisir pour ce poste des hommes intelligents et consciencieux.

La sulfitation devra être réglée aussi bien que la carbonatation et l'on ne devra pas constater qu'il y a tantôt des sirops non sulfités, tantôt des sirops trop sulfités.

I. — CONDUITE DU TURBINAGE.

La conduite du turbinage est extrêmement facile. Un levier à la portée du turbineur lui permet d'embrayer ou de débrayer la commande de la turbine. Un chargeur à bascule, pour la masse cuite, lui permet de remplir la turbine. Le remplissage se fait à l'arrêt ou au moment du démarrage.

Enfin un robinet pour l'introduction de la vapeur de clairçage, et un frein permettant d'arrêter la turbine très rapidement, complètent le tout.

Le turbineur charge sa turbine, embraye, ferme le couvercle supérieur. L'aspect des égouts qui coulent le renseigne sur la marche du turbinage. Quand ceux-ci ne coulent presque plus le turbineur ouvre sa vapeur et le clairçage commence. Quand les égouts coulent couleur « jus de cerise », c'est que la turbine est faite. On arrête la turbine à

---

(1) Pour donner plus de blancheur au sucre on pourra employer du bleu en solution (bleu soluble d'outremer, ou mieux du bleu de méthylène).

l'aide du frein. On la vide, et elle se trouve de nouveau prête pour un aute chargement.

Les contremaîtres et les surveillants se rendront compte de la façon dont est menée l'opération.

Ils s'inquièteront également si tous les organes sont bien huilés et s'il n'y a pas de pièces qui chauffent et sur le point de gripper.

J. — CONDUITE ET SURVEILLANCE DES GÉNÉRATEURS.

1. Conduite générale des feux. — La conduite des feux dépend des chauffeurs.

Le charbon sera déchargé au centre de la batterie à la portée des chauffeurs.

Le chauffeur doit obtenir avec le minimum de charbon, le maximum d'eau vaporisée.

L'épaisseur de la couche de charbon ne doit pas être trop épaisse sur la grille (20 centimètres en moyenne).

Le chauffeur doit lancer ses pelletées de charbon d'une façon uniforme, c'est-à-dire en « éventail » de façon que le charbon soit « repris » quelques instants après le chargement.

La manœuvre du registre est également de première importance.

Au moment où on charge, ou l'on débrase, où l'on décrasse, il doit être presque fermé. On doit éviter également l'arrivée brusque d'air froid sur la tôle de coup de feu.

Après le chargement on ouvre le registre pour allumer parfaitement et régulièrement le charbon qu'on vient de jeter et peu à peu on règle l'accès de l'air, de manière à marcher à 1/2 ou à 1/4 de registre.

Les portes seront constamment fermées sauf pour les besoins du chargement et du décrassage.

La nuit des lampes éclaireront les tubes de niveau d'eau,

de façon que les chauffeurs puissent observer facilement l'alimentation de leurs chaudières.

L'*alimentation* doit être aussi régulière que possible. On doit employer de l'eau le plus chaude possible.

Les pompes alimentaires seront réglées sur le débit en vapeur de la chaudière.

On doit éviter de décrasser toutes les chaudières en même temps afin d'éviter la chute de la pression.

Le moment où on a le plus besoin de vapeur est celui où commence la cuite. On avertit la chaufferie afin que les feux soient poussés.

Les pompes alimentaires sont admises à raison de *15 à 30 litres* d'eau par *cheval-heure*.

Pour bien conduire un feu les chauffeurs devront charger PEU ET SOUVENT et distribuer le charbon en couches minces sur toute la surface de la grille.

Le chargement du foyer devra être prompt pour éviter une trop longue ouverture de la porte.

De temps en temps, suivant les besoins on décrassera, les feux à l'aide de l'outil appelé *dragon*, puis à l'aide du *crochet*.

Avec du mauvais charbon faisant beaucoup de mâchefer on décrasse toutes les trois ou quatre heures.

Les chauffeurs devront veiller à l'alimentation de leurs chaudières, bien que l'alimentation soit faite par l'*alimenteur*. Ils feront attention à ce que les chaudières ne soient pas trop remplies, ce qui produirait des *coups d'eau* dans les tuyauteries et dans les cylindres de machines. Ils surveilleront également avec attention si elles ne manquent pas d'eau.

Le charbon sera pesé et le contremaître se rendra compte de la quantité brûlée pendant les 24 heures.

2. SURVEILLANCE, MARCHE GÉNÉRALE. — Le contremaître ou les surveillants devront fréquemment se rendre aux générateurs afin de s'assurer si tout est en bonnes mains. Comme

nous l'avons dit précédemment il sera bon d'intéresser les chauffeurs aux économies de charbon.

La surveillance de la chaufferie exige une attention constante. On ne doit confier un générateur qu'à un chauffeur de bonne conduite, sobre, et expérimenté dans son art.

Quand on commence à allumer une batterie de générateurs on s'assure d'abord que le niveau de l'eau est normal dans les chaudières, puis on ouvre le registre et on allume le feu.

Après la fabrication, vider les chaudières au moment seulement de les nettoyer ou de les « repiquer » afin que le dépôt adhérent sur les tôles ne soit pas trop dur.

Quand on referme une chaudière l'examiner avec soin intérieurement avec une lumière, s'assurer qu'il ne reste rien, aucun corps étranger (chiffon, outil, lampe, etc.).

Les soupapes de sûreté seront rodées chaque année pour éviter qu'elles ne restent collées par la rouille (1).

K. — CONDUITE. — ENTRETIEN ET SURVEILLANCE DES MACHINES. — POMPES.

La plupart des machines à vapeur de sucrerie sont à détente avec ou sans condensation. Dans ce dernier cas l'échappement se fait soit à l'air libre, soit le plus souvent dans le ballon des retours où il est utilisé.

Les machines à vapeur doivent être mises en route avec précaution. Elles doivent fonctionner sans secousses, ce qui provient du jeu dans les articulations. Ouvrir les purgeurs placés en général à la partie inférieure du cylindre. Veiller

(1) On tend de plus en plus en sucrerie à disposer les générateurs en 2 batteries. Une batterie à haute pression (8 à 9 kilogrammes) pour les machines, et une batterie à basse pression (2 kilogrammes) pour le chauffage.

au graissage (graisseur automatique Drevdal qui est réglé par la machine elle-même) (fig. 103) (1).

Pour l'*entretien*, surveiller la soupape d'admission quand le régulateur n'est pas sensible. Entretenir les garnitures des presse-étoupes. Ne pas laisser les pistons s'engorger. Bien régler les tiroirs.

Pour les machines à condensation régler le vide et surveiller l'arrivée de l'eau.

Les joints ne doivent pas laisser échapper de vapeur. Les coussinets doivent être serrés. Éviter les chocs dans la tête de bielle et la crosse du piston.

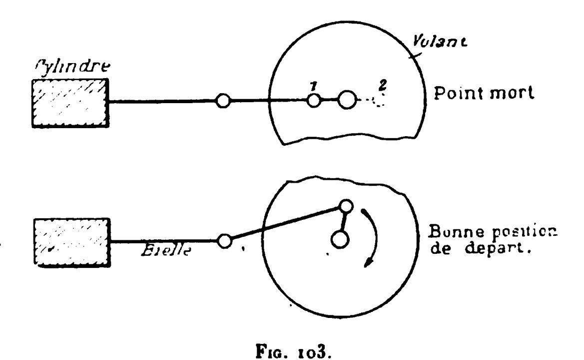


Fig. 103.

En cas d'échauffement des coussinets, graisser, et s'il persiste arroser d'eau froide et maintenir des tampons, qu'on arrosera d'eau froide.

S'il y a *grippement*, arrêter; démonter le coussinet et le remplacer.

En mettant en route graisser toujours dans le même ordre afin de rien oublier. Ouvrir les purgeurs, puis la soupape

---

(1) Ouvrir la soupape d'admission très doucement afin de permettre au cylindre de s'échauffer et de faciliter sa purge. Dès que la machine a pris sa marche normale, fermer les purgeurs. On doit les ouvrir à nouveau lorsqu'on arrête la machine.

d'admission, ouvrir la soupape d'échappement tout d'abord, ouvrir la soupape d'admission doucement pour éviter les « coups d'eau ».

Ne frapper sur les clavettes qu'avec des masses en cuivre.

Suivre de temps en temps avec la main la bielle pendant plusieurs tours pour s'assurer qu'il n'y a pas de chocs dus à un serrage défectueux des boulons ou à un mauvais réglage du tiroir.

Entourer toutes les conduites de vapeur de « calorifuge ».

Huiles. — On emploie des huiles minérales, épaisses et visqueuses pour les cylindres, arbres de transmission ; fluides pour les crapaudines de turbines, dynamo, etc., la densité de ces huiles est de 0,86 à 0,93.

Pompes. — I° *Pompes centrifuges.* — Ces pompes sont basées sur les propriétés de la force centrifuge et sur l'aspiration produite par la vitesse des ailettes de la pompe.

Elles se composent d'un noyau en fonte dans lequel se meut l'organe des ailettes ou palettes. Ces ailettes sont distribuées suivant une courbe appelée développante de cercle.

Elles atteignent un grand débit, mais leur effet utile ne dépasse pas 65 pour 100. La hauteur de refoulement ne peut être supérieure à 12 à 15 mètres, et l'aspiration supérieure à 4 mètres.

Ces pompes ne travaillent bien que lorsque l'eau à refouler est en *charge*. Elles fonctionnent à grande vitesse. Ainsi v étant la vitesse circonférencielle des palettes et la hauteur d'ascension et g l'accélération due à la pesanteur $= 9{,}808$ on a.

$$V = 15\sqrt{2gh} \text{ et le rendement}$$

$$R = \frac{2gh}{2gh + gh} = \frac{2}{3} = 66 \text{ pour } 100 \text{ maxima.}$$

La pompe centrifuge est toujours munie d'un robinet pour l'amorçage avec de l'eau, au moment de sa mise en

marche. Parfois la *pompe* se « colle » à cause des incrustations de l'eau, on passe à « l'acide » jusqu'à ce que la pompe puisse fonctionner. (1)

On peut conjuguer plusieurs pompes ensemble pour obtenir un refoulement plus élevé. Elles sont commandées par courroie ou par l'électricité (dynamo), ce dernier mode est préférable. Nous citerons la pompe Dumont, Wauthier Greindl, etc.

II° *Pompes à piston.* — Ce sont des pompes à simple ou à double effet suivant les cas.

La vitesse du piston varie entre 8 mètres à 45 mètres par minute. L'aspiration ne doit pas dépasser 10 mètres.

Pour les conduites longues le diamètre de refoulement ne doit pas être inférieur à la moitié de celui du piston.

III° *Pompes du type Worthington. Burton. Eyquem,* etc.

Ce sont des pompes doubles, c'est-à-dire jumelles, sans volant, à action directe et à vapeur. On en construit actuellement en compound. Elles sont très commodes et nécessitent un faible emplacement (2).

IV° *Pompes à boulets.* — Les clapets sont remplacés par des boulets en caoutchouc, en bronze ou en fonte (masses. cuites, lait de chaux, en un mot pour les liquides épais, etc.).

---

(1) Il est même bon de ne pas attendre qu'il y ait collage, pour passer à l'acide.

(2) Ces pompes reviennent en somme, pour chacune d'elles, à 2 pompes à action directe et à double effet. Leur caractéristique est d'éviter les points morts, l'une des deux distributions de vapeur étant toujours ouverte.

CHAPITRE VI

AVARIES ET ACCIDENTS, EN COURS DE FABRICATION. ARRÊTS. REMISE EN ROUTE.

A. — ACCIDENTS DIVERS.

1. Diffusion. — L'accident qui survient le plus fréquemment à la diffusion en marche normale, c'est le *collage*. Le *collage* est le phénomène résultant d'une mauvaise circulation dans la batterie et même de l'arrêt complet de la circulation.

La cause principale du collage provient d'un *excès de chauffage de la batterie* ou de la mauvaise qualité des cossettes. Quelquefois aussi le *collage* se produit après un arrêt prolongé ; la cossette se dépose au fond des diffuseurs de queue à cause de la cuisson et lorsqu'on remet en marche, la circulation se fait très lentement et même quelquefois pas du tout.

Pour *décoller* la batterie le remède employé consiste à renverser la circulation.

On soutirera quelques litres de jus par le haut des diffuseurs de queue, puis on reprendra chacun des diffuseurs en commençant par la queue, on l'isolera des autres diffuseurs de tête, puis on mettra la pression d'eau dessus en ayant soin au préalable de fermer la soupape d'eau du dernier diffuseur. Un nouveau courant s'établit et relève les cossettes.

Si la circulation est seulement *ralentie* on essayera de décoller en tirant au bac plusieurs fois sur le même diffuseur, en avançant chaque fois la pression d'eau d'un diffuseur.

Plus simplement encore on mettra la pression d'eau sur le premier diffuseur meiché et on enverra deux ou trois hectolitres d'eau dans la batterie.

Le manque de circulation peut également provenir de la *présence de gaz* se produisant dans les diffuseurs. Ces gaz ont des causes diverses. Ils peuvent provenir de l'air emprisonné dans les cellules de betteraves, de fermentations, etc. Pour éliminer ces gaz il suffira d'ouvrir de temps en temps les robinets d'air placés sur le couvercle de tous les diffuseurs (purge). Au moindre arrêt de la circulation on fermera la soupape de prise générale de vapeur et les soupapes particulières correspondants aux calorisateurs. Outre l'accident de *collage*, il peut arriver également qu'un diffuseur se trouve obstrué. Pour reconnaître ce diffuseur on fermera toutes les soupapes de circulation et on mettra la pression par le bas de chaque diffuseur en ouvrant le robinet d'air supérieur. Plus simplement on aura des manomètres sur tous les diffuseurs. On se rend compte ainsi de la situation de la batterie. car la perte de charge est absolument régulière quand le travail de la batterie l'est aussi.

Enfin il peut se présenter encore des accidents, absolument anormaux si on peut dire, tels que : un diffuseur dont les cossettes se refusent à tomber, une soupape collée, des serpentins de calorisateurs ou des tubes perforés laissant passer le jus, rupture d'un joint hydraulique, etc.

Nous ne pouvons tout prévoir. Le contremaître devra donc surveiller le chauffage et veiller à ce que le chef de batterie ne le pousse pas à l'excès ; il examinera également la finesse des cossettes, car des cossettes mal découpées nuisent également à la bonne circulation des jus dans la batterie. Le défaut de circulation peut provenir aussi d'un mauvais emplissage des diffuseurs, c'est-à-dire charge inégale sur le fond, ou encore de ce que les tôles sont obstruées après une période de chauffage exagéré ou par suite de cossettes hachées.

2. Four à chaux. — Ici encore le principal accident pouvant survenir dans le four à chaux c'est le *collage*.

Le *collage* est caractérisé dès qu'on constate que les lits de pierre ne descendent plus régulièrement. Il peut provenir d'un excès de silice dans le calcaire, d'un calcaire trop fin, d'un chauffage excessif résultant d'un excès de coke ou d'une mauvaise répartition du calcaire (1).

Si le four n'est *pas absolument collé* on essayera de défourner le plus de chaux possible par le bas, afin d'essayer de produire une débâcle. Ou bien si ce moyen ne réussit pas on devra attaquer la masse par les regards du four au moyen de ringards en fer.

La production de grandes quantités d'*oxyde de carbone* indiquant qu'il y a insuffisance d'air dans le four peut être également une cause de collage.

Enfin un autre accident moins fréquent provient de *rentrées d'air* produisant un excès d'air dans le gaz du four. Cet accident résulte en général soit de ce que les charges sont mal faites, soit de ce que la machine à gaz tourne trop vite. Celle-ci doit comme nous l'avons dit enlever le gaz au fur et à mesure de sa production et non aspirer de l'air qui viendrait appauvrir le gaz (2).

3. Carbonatation. — Les accidents qui peuvent survenir à la carbonatation sont en somme assez rares.

On peut citer simplement, la fuite d'un tampon de vidange (raison souvent invoquée par les carbonateurs qui ont coulé une chaudière qui n'est pas poussée au point), serpentin de vapeur perforé, tubes-barboteurs obstrués, soupape collée, tuyauterie d'arrivée du jus obstruée, etc.

On devra s'assurer que les tubes barboteurs sont en par-

(1) Si la pierre à chaux contient une notable proportion d'alumine on peut également avoir du collage.

(2) S'il y a excès de température dans le four on produit des surcuits ou des incuits qui ne s'hydratent pas en présence de l'eau.

fait état et à cet effet on devra les changer tous les huit jours au plus. Pour ne pas arrêter on changera les tubes par chaudière. Par exemple il y aura une chaudière dont les tubes seront changés et qui sera en chômage et les deux autres en marche ; huit jours après on changera les tubes de la suivante, etc.

Outre les causes accidentelles énumérées ci-dessus il peut se faire qu'on remarque certaines anomalies dans la marche, telles que *carbonatation lente*, etc.

Cette dernière cause provient soit d'une marche défectueuse du four à chaux ou de la machine à gaz, on verra alors de suite la richesse du gaz, soit d'une altération du jus ou d'une mauvaise marche à la diffusion ; un excès de lait de chaux, un chauffage défectueux des jus avant carbonatation, enfin une température trop élevée ou trop basse du gaz peuvent amener le même inconvénient.

4. Filtration. — Une mauvaise filtration provient généralement de l'*insuffisance de la carbonatation* ou de *jus altérés*.

Enfin il peut arriver que les jus filtrent *troubles* en raison de la qualité de l'eau de lavage et des toiles employées. La mauvaise filtration peut résulter également de toiles trouées qu'on doit alors se hâter de changer.

On devra, dès qu'on aura remarqué que la filtration se fait mal, changer les toiles des plateaux pour les filtres-presses, et changer également celles des filtres mécaniques dès qu'on remarquera que la filtration se ralentit ou se fait moins bien. Il sera bon de baigner les toiles dans une solution de salicylate de soude ou à défaut de carbonate de soude (1).

5. Triple-effet. — Les accidents qui peuvent survenir au triple-effet sont très divers.

---

(1) Avant de les employer.

On peut constater un abaissement du vide ou de la pression provenant de tuyauteries perforées, de fuites dans le fond, etc.

L'abaissement du vide peut être aussi dû aux incrustations qui se produisent dans les tubes et qui diminuent la conductibilité du métal pour la chaleur.

Enfin il peut arriver que par la négligence de l'évaporeur il se produise des enlèvements de jus, d'où la nécessité des ralentisseurs et des désucreurs (1).

6. Chaudière à cuire. — 1. Cuites légères ou folles. — Ces cuites sont produites par des sirops acides présentant une tendance à la fermentation. Une carbonatation défectueuse peut en être la cause ou une sulfitation mal menée, ou un travail lent. On emploiera les alcalis (chaux), et de préférence la soude.

2. Cuites lourdes ou grasses. — Ces cuites sont provoquées par un excès d'*alcalinité* ou par les *sels de chaux*. La cuisson est lente et le grainage difficile. On neutralisera alors cet excès d'alcalinité par l'addition d'acides tels que acide sulfureux, sulfurique et chlorhydrique. Inutile d'ajouter qu'on devra faire cette addition avec une très grande précaution. On changera la marche de la deuxième carbonatation.

On utilisera le carbonate de soude si on reconnaît la présence de sels de chaux et on poussera davantage cette seconde carbonatation si on reconnaît que c'est utile.

B. — ENTRAINEMENTS DE SUCRE DANS LES EAUX D'ALIMENTATION DES GÉNÉRATEURS.

L'entraînement de vésicules sucrées dans les eaux d'alimentation des générateurs constitue un accident fort ennuyeux.

---

(1) Examiner de temps en temps les vases de sûreté, les eaux de retour. Observer également la température de l'eau d'injection et celle de l'eau de condensation, la vitesse de la pompe d'air.

Voici comment il se produit : Parmi les divers appareils composant une sucrerie, il en est qui comprennent une tuyauterie de chauffage (tubes, serpentins, etc.) destinée à porter les jus à une certaine température. Cette tuyauterie se trouve extérieurement en contact avec les jus, et dans l'intérieur ou dans les espaces intertubulaires, si ce sont des tubes, circule la vapeur. Si une de ces tuyauteries se trouve perforée pour une raison ou pour une autre, les jus sucrés viennent se mélanger à la vapeur et se retrouvent dans les eaux de condensation allant aux générateurs.

Cette eau d'alimentation sucrée encrasse les tubes des générateurs et brûle les tôles ; de plus l'ébullition, au lieu de se produire comme à l'ordinaire, devient tumultueuse, il se produit le même phénomène que lorsque les générateurs se trouvent trop pleins. L'eau s'élève tout à coup dans le dôme de vapeur, passe dans la tuyauterie générale de vapeur et de là se distribue dans les cylindres de machine. C'est une sorte de *coup de bélier* qu'on appelle *coup d'eau.*

L'eau arrivant dans le cylindre, le piston la rencontre et produit des « à-coups » dans la marche de celui-ci. Ces à-coups peuvent produire une rupture soit de la tige du piston, soit de la tige du tiroir, soit du cylindre ou du tiroir.

Dès qu'on s'apercevra du *coup d'eau,* à la marche des machines, on devra immédiatement ouvrir tous les *purgeurs* des cylindres et des tiroirs et ralentir la marche de celles-ci en fermant un peu la soupape de prise de vapeur.

Ces entraînements de sucre pourront se produire dans tous les appareils ayant une tuyauterie de chauffage en contact avec les jus sucrés et dont les vapeurs condensées sont utilisées comme eau d'alimentation.

1. Diffusion. — A la diffusion, les serpentins des calorisateurs, ou les tubes si ceux-ci sont tubulaires, peuvent être perforés. Si donc on croit reconnaître des entraînements de sucre, ce qui sera facile par l'odeur seule des vapeurs (odeur de caramel), on observera tous les calorisateurs. Ceux qui

seront reconnus perforés seront mis hors d'usage et on ne les chauffera plus.

2. CARBONATATION. — Les serpentins de chauffage des chaudières pourront également se trouver perforés. On les examinera avec attention pour tâcher de découvrir la perforation. La chaudière sera mise hors d'usage jusqu'à ce que le serpentin soit réparé.

3. TRIPLE-EFFET. — Les tubes du faisceau tubulaire peuvent se trouver perforés également et les vésicules sucrées passant dans les espaces intertubulaires se mêleront au jus. On vérifiera soigneusement les tubes en les essayant avec de l'eau sous pression. Ceux qui seront troués seront tamponnés avec des tampons en bois.

Le même accident pourra se produire dans les *réchauffeurs*.

4. CHAUDIÈRE A CUIRE. — Les mêmes ennuis pourront également se retrouver dans la chaudière à cuire. Le serpentin perforé ne sera pas chauffé jusqu'à sa remise en état. Ces accidents sont assez fréquents et on doit tâcher d'y remédier le plus vite possible, car ils sont tout à la fois très ennuyeux et très dangereux au point de vue de la conduite des générateurs (1).

C. — ACCIDENTS POUVANT SURVENIR AUX GÉNÉRATEURS DE VAPEUR.

Les accidents pouvant survenir aux générateurs proviennent en général d'*une alimentation mal conduite*.

Si par exemple l'alimentation est insuffisante dans un générateur tubulaire sans retour de flammes, les tubes pourront se *brûler*.

Nous avons déjà parlé de l'accident appelé *coup d'eau* provenant d'une alimentation trop grande.

(1) Nous pouvons encore ajouter les chaudières destinées à réchauffer les jus ou les sirops avant ou après la sulfitation.

Outre ces accidents, nous citerons la rupture du tube de niveau d'eau, joints qui ne résistent pas, incrustations pouvant amener la *mise hors d'état du générateur* (incrustations diverses, matières grasses).

Pendant la marche d'une chaudière, il y a toujours plus ou moins d'eau entraînée par la vapeur. Ces entraînements varient de 5 à 10 pour 100 (1).

Si *du sirop* parvient aux générateurs, ce dont on s'aperçoit très facilement à l'odeur, il se produit de la mousse dans l'eau d'alimentation et les indications du niveau d'eau sont illusoires.

Il faut vider sans retard les chaudières si on veut éviter des « coups de feu (2) ».

---

(1) C'est ce qu'on appelle le « primage ».
(2) Ne pas « caler » les soupapes de sûreté.

CHAPITRE VII

LA FABRICATION TERMINÉE, DÉMONTAGE DU MATÉRIEL.

La fabrication se termine en plein hiver en France, Belgique, Allemagne, etc. On doit donc prendre des précautions contre la gelée qui pourrait occasionner la rupture de diverses pièces.

On démontera au plus vite toutes les tuyauteries susceptibles de contenir des eaux de condensation. On démontera également les cylindres et les boîtes à tiroir des diverses machines.

Ces diverses pièces seront rangées en ordre dans un endroit sec, en attendant le nettoyage. On poursuivra alors le démontage en ayant soin de mettre tout dans un ordre parfait. Les courroies seront également démontées, puis roulées et étiquetées soigneusement.

Les machines seront démontées dans tous leurs détails. On laissera seulement les volants, l'arbre du volant, le cylindre et les tuyauteries. Toutes les autres pièces, bielle, excentrique, tiroirs, graisseurs, régulateur, tige de piston, piston, etc. seront entièrement démontées. Les couches de graisse seront enlevées avec des chiffons imbibés de pétrole, puis les pièces seront parfaitement essuyées, après quoi on les astiquera soit avec de la brique pilée et de l'huile, soit avec de la toile émeri très fine pour enlever les taches de rouille.

Les pièces seront en même temps examinées; par exemple

si un arbre ne se trouve plus bien dressé et d'une épaisseur uniforme on le retournera si c'est nécessaire.

Les pompes diverses seront également démontées et examinées dans toutes leurs parties. Les clapets, les boulets, etc. seront changés si c'est nécessaire, les sièges de clapets seront également visités avec attention.

A la diffusion, toutes les soupapes seront démontées. Les serpentins des calorisateurs seront démontés et examinés ; il en sera de même des plaques de tôle perforées qui devront être également nettoyées.

Les bacs seront lavés et repeints intérieurement si c'est nécessaire.

Les barboteurs de la carbonatation seront démontés ainsi que les diverses soupapes. Les fonds des caisses du triple-effet seront démontés et les tubes vérifiés un par un. Il en sera de même des réchauffeurs. La cuite sera nettoyée, les serpentins grattés si c'est nécessaire.

Les turbines seront démontées quant aux paniers seulement et aux organes de mouvement. Les toiles métalliques seront changées si c'est nécessaire.

Enfin les générateurs seront soigneusement visités intérieurement pour voir s'il n'y a pas de tôles endommagées ou de rivets à remplacer.

Les diverses pièces après le nettoyage seront rangées après avoir été parfaitement graissées. On les recouvrira afin d'éviter que la poussière vienne s'y déposer.

Le contremaître devra surveiller l'opération du démontage et il se rendra compte si les pièces sont bien nettoyées et dans quel état elles se trouvent.

CHAPITRE VIII

LE CONTREMAITRE ET LE SURVEILLANT AU POINT DE VUE ADMINISTRATIF.

C'est en général le contremaître qui est chargé de pointer les heures de travail et le nombre des journées.

Il consigne ces heures sur un carnet de poche et il les transcrit ensuite sur un livre spécial dit livre de quinzaine qui est disposé de la façon suivante :

SUCRERIE DE ....

Quinzaine du .... *au* .... 1900.

N^{os}	NOMS	PROFESSIONS	DATES															TOTAUX	OBSERVATIONS
			JOURS																

Les ouvriers doivent également présenter un livret individuel. Ce dernier n'est obligatoire que pour les ouvriers mineurs, c'est-à-dire âgés de moins de 18 ans.

Les ouvriers étrangers sont soumis à la loi française et ils devront se munir d'un livret pris dans la commune où se trouve l'usine. La liste des ouvriers mineurs est dressée sur un carnet spécial qui est soumis au visa de l'inspecteur du travail.

Il est interdit d'employer des enfants au-dessous de 18 ans, des filles mineures et des femmes, au graissage, au nettoyage, à la direction d'appareils en marche.

Il est interdit d'employer des enfants au-dessous de 16 ans, au service des robinets de vapeur.

Il est également interdit d'employer pour le graissage ou la conduite de mécanismes en marche, des enfants au-dessous de 18 *ans*, les femmes et filles mineures.

Les enfants ne peuvent être employés dans une industrie quelconque s'ils n'ont pas 13 ans révolus.

Les enfants qui possèdent le certificat d'études élémentaires et primaires *pourront seuls* être employés à partir de 12 ans.

Les enfants des deux sexes ayant moins de seize ans ne pourront être employés à un travail effectif excédant 10 heures.

Les jeunes ouvriers et ouvrières de 16 à 18 ans ne pourront fournir un travail effectif de plus de 11 heures.

Le système des *amendes* en sucrerie est peu employé, en France tout au moins.

On devra intéresser tous les ouvriers à la marche rapide de la fabrication.

On accordera *des primes en supplément* du salaire afin d'exciter l'activité du personnel. Les ouvriers sont en général payés par quinzaine avec une retenue des cinq derniers jours. Par exemple, une quinzaine commençant le 1er et finissant le 15 ne sera payée que le 20. Les ouvriers toucheront le salaire de ces quinze jours ; puis le 5 du mois suivant ils seront payés de la seconde quinzaine.

CHAPITRE IX

RAFFINAGE DU SUCRE.

Le sucre brut qui va en raffinerie provient des sucreries de cannes (sucres coloniaux) et des sucreries de betterave (sucres indigènes).

On obtient ce sucre sous 2 formes :

1° Le *sucre blanc cristallisé ;*

2° Le *sucre roux.*

Nous nous bornerons à tracer les principales lignes qui constituent l'opération du raffinage.

1. Fonte. — Le sucre des colonies arrive en sacs, en barriques, en paillassons.

Les sucres indigènes arrivent en sacs de 100 kilogrammes.

On mélange les sucres coloniaux et les sucres indigènes dans une proportion convenable (1).

La fonte du sucre se fait soit dans des chaudières avec serpentin et agitateur, soit dans des chaudières chauffées par barboteur de vapeur. On emploie 30 pour 100 d'eau pour la fonte et on utilise les eaux de dégraissage des emballages, qu'on dégraisse à la vapeur. Le sucre fondu se nomme *le chargement.*

Le sucre étant *fondu,* le liquide est envoyé par un monte-

---

(1) On peut cependant travailler alternativement des sucres de cannes et de betteraves.

jus à la clarification. Le liquide de fonte est à 30, à 33° B. à *chaud*.

2. *Clarification*. — On ajoute 2 à 4 pour 100 du poids du sucre d'un mélange d'albumine et de sang coagulé.

Dans certaines raffineries on n'ajoute pas d'albumine. On brasse. Le mélange est envoyé soit dans des filtres à poches (filtres Taylor), soit dans des filtres-presses, soit enfin dans des filtres mécaniques du type « Philippe ».

Cette opération se fait à chaud, à 75°, dans une chaudière fermée, chauffée par un serpentin.

Pour 5 200 hectolitres de solution, on indique les proportions :

1 750 d'eau ;
104 de noir fin ;
50 litres de sang ;
2 pour 100 de chaux (1).

3. *Filtration sur noir animal*. — Cette filtration se fait méthodiquement dans des filtres placés en batterie ; on filtre sur noir en grains (Taylor).

Les sels de chaux sont absorbés par le noir, ainsi que les matières colorantes.

Dans les raffineries il faut en effet 2 sirops :

1° Le sirop que va fournir la masse cuite ;

2° Les sirops qui vont servir à nettoyer les cristaux (claircés). Dans les raffineries de pains on se sert de claircés de plus en plus pures, et c'est la dernière qui est toujours la plus pure.

---

(1) On peut donner les proportions suivantes :
2 à 4 pour 100 de noir fin ;
2 pour 100 de sang.
On ajoute parfois 2 pour 100 de baryte, en plus.

On emploie en général 30 pour 100 du poids du sucre, en noir animal.

Le liquide doit arriver dans les filtres sous une charge de 3 à 4 mètres.

4. Cuite dans le vide et en grains. — La cuite se fait dans le vide sous une pression de 11 centimètres de mercure. — On serre la cuite de 7, à *10* pour 100 d'eau (42 à 43° B.) ; quelquefois on ajoute dans la cuite un peu de « bleu » pour donner « du blanc » au sucre.

5. Réchauffage de la masse cuite et empli. — La masse cuite tombe dans un *réchauffoir*. Si on veut du sucre dur on réchauffe fort, si on veut du sucre tendre on réchauffe peu. En France on réchauffe à 85°, en Angleterre à 90°, en Russie à 110°.

Le réchauffoir est constitué par une chaudière en cuivre, chauffée à la vapeur, par un double fond.

6. Coulée des pains. — L'endroit où on coule la masse cuite dans les formes est dit *empli*.

Les formes sont disposées les unes à côté des autres, la pointe en bas ; l'empli se trouve à une température de 35 à 38°, à cause de la présence de ces masses cuites chaudes.

Les formes sont en *tôle*. Elles sont placées sur un chariot. Au milieu de la forme, quand celle-ci est « emplie », il va tendre à rester une fontaine de jus non cristallisé, pour éviter cela on pratique l'*opalage* et le *bouvage*. Des ouvriers munis de couteaux de bois emmanchés viennent agiter et répartir les cristaux dans toute la masse. L'opération se fait 3 fois.

Pour faciliter l'écoulement de l'eau-mère, on enfonce dans le pain une alène de 20 centimètres en acier.

Égouttage. — On dispose les pains sur un faux plancher dit plancher « lit de pains », percé de trous. En dessous est

une aire étanche en tôle, qui conduit le sirop à une tubulure. Il faut 5 à 6 jours pour que le sirop s'écoule ; c'est le *sirop vert*.

7. Blanchiment des pains. — Ce blanchiment se fait par *clairçage*.

On lave le pain avec des sirops de plus en plus purs. On commence par la dernière claircc qui s'est écoulée des pains et qu'on nomme sirop *couvert*. Quand on a mis la dernière claircc, on laisse égoutter un certain temps. Le nombre des claircces varie de *3* à *6*.

La pâte du pain s'est déformée ; il y a encore un petit écoulement. On dresse le pain et on met du sucre pour boucher le petit creux qui s'est formé par l'écoulement (plamotage).

On détache le pain de sa forme par un coup sec (lochage). Puis le pain est porté à l'étuve.

Le « vert » des pains est rentré en partie à la fonte, et l'autre partie est cuite en grains, puis turbinée.

L'égout de turbinage est cuit en grains avec amorce de sirop vert, ou bien cuit au filet et turbiné après deux ou trois jours. Les autres sirops sont cuits au filet et turbinés après un temps variable. Actuellement on simplifie les opérations en faisant rentrer à la cuite des sirops verts ou des bâtardes des égouts de moins en moins riches, suivant les principes du clairçage de Steffen.

La *belle claircc*, celle dont on se sert à la fin du clairçage, est faite avec des sucres blancs ou des déchets de raffinerie, elle a une densité de 36 à 37° B., à chaud.

Les premiers sirops, les plus purs, constituent ce qu'on appelle les *lumps* ; puis ceux qui en proviennent sont dits *bâtardes communes*, enfin ceux qui proviennent de ces derniers sont dits *vergeoises*, si on poursuit on obtient les *vergeoises* n° 1, les *vergeoises* n° 2, etc.

On a essayé avec succès de *carbonater* les bas produits. La cuisson est plus facile.

8. Étuvage des pains. — Lorsque les pains sont lochés, c'est-à-dire retirés de leurs formes, les pains sont étuvés pendant 5 à 6 jours, pour enlever les 3 pour 100 d'humidité qu'ils retiennent, mais avant, afin d'enlever le reste de la clairce, on les passe à *la sucette*. La forme est mise la pointe en bas sur un ajutage en caoutchouc, qui communique avec une pompe à vide. L'excès de sirop s'écoule dans un bac spécial.

Pour porter les pains à l'étuve, l'ouvrier coiffe le pain d'un capuchon, afin de ne pas y laisser l'empreinte de sa main.

Il ne faut pas chauffer trop fort au début, car on produirait une fusion aqueuse du sucre (1).

Quand l'étuvage est reconnu suffisant, ce qu'on reconnaît en prenant au hasard quelques pains qu'on fend et qu'on observe, on laisse refroidir les pains *lentement*, car autrement il se produirait des fentes (2). Une étuve remplie peut renfermer de 2 à 3 000 pains.

Le pain sec et froid est « habillé » avec du papier blanc chargé de sulfate de baryte. On met une seconde enveloppe de papier de couleur, on ficelle, et on étiquette.

Si on veut faire des « rangés » avec les pains, on les scie de façon à faire des lingots, qu'on casse ensuite à l'aide de casseuse.

Les « irréguliers » et les déchets sont mis à part et utilisés pour faire de la poudre de sucre. Ou bien encore on les refond.

9. Essorage des masses cuites. — M. Wenrick de Peck a établi un procédé d'essorage à vapeur et à air chaud, enlevant moins de sucre de 1er jet que le procédé ordinaire. Il emploie l'air chaud à 80°, qui vient rendre fluide le sirop adhérent aux cristaux, puis de la vapeur détendue à 80°.

---

(1) Cet excès de chauffage donne une coloration jaune à la pointe du pain (pain flammé).

(2) Pain fêlé.

Il dissout ainsi le sirop dans le minimum d'eau. L'essoreuse Wenrich est une essoreuse à mouvement en dessous, elle est placée dans une cuve en fonte portée par 3 colonnes. La crapaudine est disposée de façon qu'on puisse incliner l'essoreuse.

10. Sucres agglomérés. — On a cherché à produire en sucrerie du sucre directement livrable à la consommation, c'est-à-dire en morceaux.

En raffinerie on a cherché à utiliser les débris de cassage ou de sciage.

Pour cela on se sert de compresseurs de différents types entre autres celui de Pzillas.

100 parties de sucre en pains donnent :

45 à 55 kilogrammes de réguliers,
20 à 25 — de poudre,
25 à 30 — d'irréguliers.

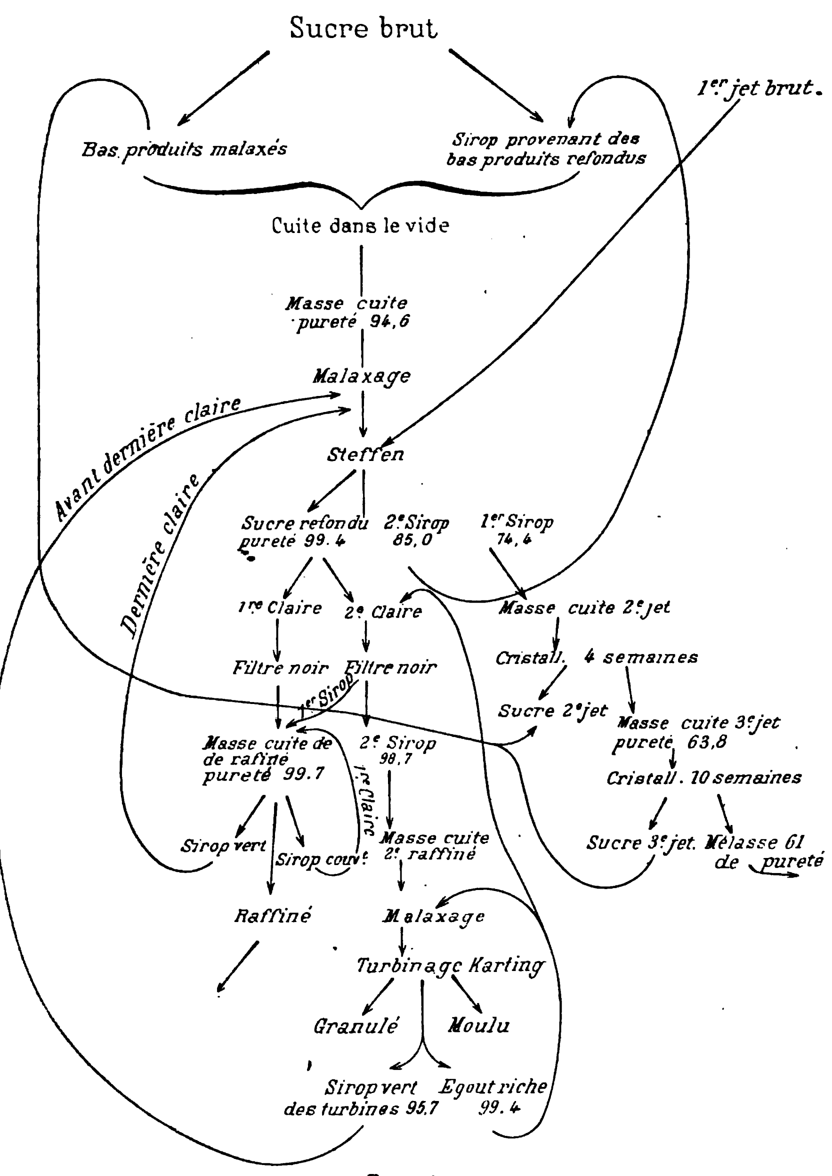
11. Sucre en plaquettes. — Le sucre en pains tend de plus en plus à disparaître. On obtient actuellement le sucre sous forme de plaquettes d'une forme rectangulaire qui donnent peu de déchets au sciage et qui fournissent jusqu'à 85 pour 100 de morceaux rangés.

Ces plaquettes sont obtenues par l'emploi de *turbines spéciales* et de *moules,* où la masse cuite se refroidit, puis est turbinée et traitée comme dans les formes ; c'est-à-dire *claircée* méthodiquement.

Ces divers procédés sont ceux de Adant, Tietz Selwig et Lange, Scheibler, Hubner, Schroëder, Krühner, etc.

Jusqu'à la cuite, rien n'est changé ; la masse cuite sortant de l'appareil à cuire est coulée dans le réchauffoir et de là dans les moules des turbines, où elle se refroidit.

Dans la *turbine Adant* on clairce avec de la clairce de pur sucre. On obtient des plaquettes de 22 centimètres sur 75 de hauteur et 7 à 8 millimètres d'épaisseur.



Sucre brut
Bas produits malaxés
Sirop provenant des bas produits refondus
1er jet brut.
Cuite dans le vide
Masse cuite pureté 94,6
Malaxage
Avant dernière claire
Steffen
Dernière claire
Sucre refondu pureté 99.4
2e Sirop 85,0
1er Sirop 74,4
1re Claire
2e Claire
Masse cuite 2e jet
Filtre noir
Filtre noir
Cristall. 4 semaines
1er Sirop
Sucre 2e jet
Masse cuite de de raffiné pureté 99.7
2e Sirop 98,7
Masse cuite 3e jet pureté 63,8
1re Claire
Cristall. 10 semaines
Sirop vert
Sirop couv.
Masse cuite 2e raffiné
Sucre 3e jet.
Mélasse 61 de pureté
Raffiné
Malaxage
Turbinage Karting
Granulé
Moulu
Sirop vert des turbines 95,7
Egout riche 99.4

Fig. 104.

La plaquette sèche est retirée du moule, puis elle est dirigée sur la « casserie » où elle est d'abord sciée en bandes, puis ces dernières sont cassées et donnent les « morceaux ».

L'égout qui sort de la turbine le premier constitue les *lumps*. On le fait repasser à la clarification, puis on le filtre sur noir, en un mot comme pour un sirop de fonte ordinaire, on le cuit, on le turbine, l'égout qui en provient constitue les *bâtardes communes*, on procède de la même façon et on obtient les vergeoises n° 1, les vergeoises n° 2, etc., enfin la *mélasse*.

Tout récemment M. Ollier vient de faire breveter un malaxeur permettant de réduire dans une très grande proportion le nombre de « jets ». La masse cuite de 3e jet est malaxée en même temps que réchauffée. On obtient de la « *cassonade* (1) ».

Nous donnons sous forme de schéma un type de travail dans une raffinerie où on pratique le procédé Steffen (fig. 104).

SUCRE CANDI.

On le rencontre sous 3 sortes.

1° Sucre candi blanc,

2° Sucre candi pâle,

3° Sucre candi roux.

Il se fait en *raffinerie*.

Jusqu'à la cuite rien n'est changé.

1. *Méthode de Nantes.* — Cette méthode donne des candis blancs ou pâles.

Les sirops qui en proviennent sont recuits et donnent des lumps, des vergeoises et de la mélasse.

---

(1) Ce malaxeur est un malaxeur cuiseur. Les bras du malaxeur sont plats.

2. *Méthode de Lille.* — Cette méthode diffère peu de la précédente, elle donne des vergeoises et de la mélasse.

3. *Méthode Belge.* — On recuit sans addition de sucre. On opère à 110 à 112° de température et à 38 à 41° Baumé.

On verse dans des formes coniques, ou en forme de calotte sphérique qui sont très lourdes (50 kilogrammes). Dans ces formes sont tendus des fils de fer pour amorcer la cristallisation.

Ces formes sont portées dans une étuve qui possède une seule porte calfeutrée, la chaleur seule dégagée suffit à porter l'étuve à 38°.

Pour le candi blanc il faut 9 jours de cristallisation.

Pour le candi brun il faut 14 jours de cristallisation.

Les formes sont alors égouttées à 20°. Puis on les plonge brusquement dans de l'eau bouillante et on les enlève vivement. Le pain se détache. On laisse 24 heures au séchoir. Si le refroidissement a été trop brusque ou que la cristallisation ait été troublée par des vibrations du sol, on a des candis très fins.

Emploi. — Pour les vins mousseux (Champagne).

CHAPITRE X

SUCRE DE CANNES.

La *canne* est une graminée pouvant atteindre 4 mètres de hauteur. Elle contient 12 à 20 pour 100 de sucre avec une proportion de jus variant de 88 à 90 pour 100.

Aujourd'hui on est parvenu à extraire 11 à 12 pour 100 de sucre ; autrefois on extrayait 5 à 6 pour 100, à peine.

La *canne* se produit par boutures ; on est cependant parvenu à obtenir il y a quelque temps des *graines* (1).

Au bout de 12 à 15 mois la « flèche » de la canne se forme, la plante devient jaune, ce qui indique sa maturité (2).

On la coupe au pied, aussi bas que possible, puis on détache la « flèche » en coupant un peu plus bas ; on en fait des boutures.

La souche rend une nouvelle flèche et dure sept ans.

Composition de la canne de la Guadeloupe.

Eau. . . .	74 pour 100.
Sucre. . . .	17,80
Cellulose. . .	7,80
Sels. . . .	0,40
	100,00

---

(1) La canne sauvage est beaucoup moins sucrée et se reproduit par graines, et c'est par la sélection de celle-ci qu'on a tenté d'obtenir la canne normale par graines. La canne atteint 2 à 4 mètres de hauteur.

(2) La flèche correspond au collet dans la betterave, c'est la partie la plus impure.

La quantité de sucre obtenue par hectare est très variable, suivant le pays, la culture, etc.

Canne :	Guadeloupe. .	2 400	kilogr. à l'hectare.
	Réunion. . .	4 000	—
	Brésil. . . .	6 000	—
Betterave en France.		2 500 à 3 500	—

Le *jus de canne* est très altérable. Il renferme un ferment spétial l'*invertine* soluble, qui agit dès que la canne est coupée et commence l'inversion en donnant du glucose et du levulose, on doit donc récolter la canne à mesure de sa mise en œuvre.

Le jus de canne est dit *vesou* et la partie ligneuse s'appelle la *bagasse*.

Extraction du jus. — Elle est très difficile à cause de la structure même de la canne. La canne est comme vernie à sa surface par une matière cireuse, très dure ; de plus la matière ligneuse se comprime et forme éponge, en reprenant le jus qu'elle a abandonné.

On opère :
- 1° *Par pression.*
- 2° *Par diffusion,*
- 3° *Par pression et diffusion successives.*

Parmi les appareils nous citerons :

Moulin Cail. — C'est un laminoir à 3 cylindres striés suivant une hélice d'un pas très allongé.

Les cylindres ont 80 centimètres de diamètre et $1^{m},50$ de longueur.

La vitesse est de 1 tour par minute. La canne arrive par une nochère et subit 2 laminages (1).

Presse Rousselot. — Ici on a pression et diffusion successives. C'est un moulin dans lequel la bagasse est mouillée par un jet d'eau bouillante. La bagasse revient par une noria et un distributeur, puis subit une 2e pression. La

(1) On adjoint au moulin un défibreur qui déchiquette la canne ; on extrait 90 pour 100 du jus de la canne par les procédés récents.

Le moulin Cail se compose de 3 cylindres en fonte commandés par un train d'engrenages.

bagasse tombe de nouveau dans l'eau chaude et est repressée à nouveau.

Presse Brissonneau. — Elle consiste en 4 paires de cylindres, et on injecte entre chacun soit de l'eau ou du jus faible, et de la vapeur. Entre chaque presse sont 2 boîtes en fonte superposées dites bagassières et laissent passer la canne d'une presse à l'autre, se raccordant par des barres en acier.

La bagasse reçoit dans les bagassières de la vapeur, du jus faible et de l'eau.

Diffusion. — On emploie un coupe-racines très robuste qui coupe la canne obliquement, en rondelles elliptiques. Mais il est très difficile d'obtenir du jus clair.

La maison Cail fait d'abord passer la canne dans un moulin. On obtient ainsi de petits jus qu'on mélange aux jus de presse.

La diffusion se fait alors à 100°. Mais alors la bagasse humide ne peut servir de combustible (1).

La batterie comporte 16 diffuseurs et on chauffe à 90°.

Dans le diffuseur on mélange ou ajoute la quantité de lait de chaux nécessaire pour la défécation (2).

Traitement du jus. — Le jus est déféqué, filtré, évaporé et cuit. — Les chaudières sont en cuivre.

Pour enlever la chaux de la défécation on emploie le phosphate acide de chaux ou superphosphate de chaux.

On brasse, on chauffe et on ajoute 3 litres de phosphate de chaux à 15° B. par 15 hectolitres de jus. Il se précipite un phosphate tricalcique, qui entraîne les matières colorantes. On évite ainsi l'emploi de l'acide carbonique.

L'évaporation se fait dans le vide comme en sucrerie de betteraves.

---

(1) Dans le procédé d'extraction par cylindres la bagasse une fois sèche est utilisée comme combustible. Dans le procédé par diffusion, la bagasse ne peut être utilisée dans ce but.

(2) Les diffuseurs ont une forme tronconique. Le coupe-canne porte de simples lames coupantes qui coupent la canne en sifflet et non perpendiculairement à l'axe.

CHAPITRE XI

ÉCLAIRAGE DES SUCRERIES.

Les sucreries sont éclairées :

1° *Au pétrole* avec des lampes.

2° *Au gaz de houille.*

3° *A l'électricité.*

4° *A l'acétylène.*

Le premier éclairage est à peu près entièrement abandonné, car il est peu pratique pour une usine et très coûteux.

1. Éclairage au gaz de houille. — Les sucreries se trouvant le plus souvent éloignées des villes sont obligées de fabriquer leur gaz.

On sait qu'on obtient le gaz d'éclairage par distillation de la houille dans des cornues en terre réfractaire ou en fonte qu'on chauffe au rouge cerise (1 000°).

Le gaz passe dans le *barillet*, puis dans le *condenseur*, puis dans l'***épurateur*** et enfin de là dans le *gazomètre*.

Les houilles employées ont 30 à 35 pour 100 de matières volatiles et 100 kilogrammes de houille fournissent 20 à 30 mètres cubes de gaz et 70 kilogrammes de coke. On sait aussi que l'épuration du gaz fournit du goudron et des eaux ammoniacales.

Le gaz doit brûler avec une flamme jaune-blanc.

Le bec papillon consomme 130 à 150 litres à l'heure pour 10 à 12 bougies.

Il y a avantage à prendre le *bec Auer* qui donne 60 bougies pour 80 à 90 litres de gaz.

2. Éclairage à l'électricité. — Nous nous étendrons un peu plus sur ce mode d'éclairage qui est le plus répandu et qui est vraiment l'éclairage pour usine par excellence.

1. Unités électriques. — *Volt.* — Unité de force *électro-motrice*, c'est la force qui donne un courant d'un ampère dans une résistance de un ohm.

La force électro-motrice correspond à la hauteur d'une chute d'eau. On la désigne encore sous le nom de *potentiel* ou *tension*.

Ampère. — C'est l'unité d'intensité d'un courant électrique. L'intensité correspond à la quantité d'eau débitée dans l'unité de temps.

Ohm. — C'est l'unité de résistance. La résistance électrique correspond à la résistance de frottement de l'eau dans une conduite hydraulique.

Le produit des volts par les ampères donne les watts, *Watt.* — Le watt ou volt ampère est l'unité pratique de puissance électrique.

1 *cheval-vapeur* = 75 *kilogrammètres* = 736 *watts.*
1 kilowatt = 1 000 *watts.*

2. Production de l'électricité. — L'électricité est produite par des machines spéciales appelées « dynamos ».

Celles-ci se classent en : dynamos à courants continus, à courants alternatifs et à courants polyphasés.

Les *dynamos* sont à 55, 70, 110, 220, 300, 500 volts et au-dessus.

En général les dynamos sont commandées par courroies, par l'intermédiaire d'un moteur à vapeur.

La vitesse de rotation de la dynamo doit être constante et la différence de vitesse ne doit pas dépasser 2 à 3 pour 100.

Éviter les courroies agrafées pour éviter les sursauts de

celles-ci, ce qui produit des variations d'éclat dans la lumière (courroies en coton).

Les dynamos comprennent l'électro, le bâti et l'anneau, le collecteur.

La dynamo sera installée dans un lieu sec ; le bâti sera isolé du sol par un châssis en bois.

Les balais du collecteur ne doivent pas donner d'étincelles et les bobines de l'induit ne doivent pas s'échauffer.

Entretien. — L'entretien comprend :

1° *Graissage des paliers ;*

2° *Remplacement du collecteur et des balais ;*

3° *Réparations éventuelles.*

On devra surveiller de très près les *paliers graisseurs* ; aujourd'hui on construit des paliers graisseurs automatiques qui donnent d'excellents résultats.

Le collecteur sera « retourné » ou changé s'il est trop usé à la fin de la campagne. Plus les balais donnent d'étincelles, plus le collecteur s'use.

Le *tableau de distribution* est placé près de la dynamo et comprend un voltmètre, un amperemètre, des lampes témoins s'allumant successivement sous des voltages croissants, des rhéostats, un commutateur.

Accumulateurs. — Les accumulateurs sont placés dans un endroit aéré et frais. Ils sont isolés du sol par des plaques de verre ou de porcelaine.

Les plaques des accumulateurs doivent toujours être recouvertes de liquide.

Les accumulateurs se chargent à raison de 0,8 ampère par kilogramme de plaque.

A la décharge, les accumulateurs donnent de 1 à 3 ampères par kilogramme.

Pour charger, on s'arrête quand la force électro-motrice devient inférieure à celle des accumulateurs.

Lampes. — On emploie les *lampes à arc* et les lampes à *incandescence.*

Les lampes à arc varient de 15 à 200 ampères d'intensité. Elles fonctionnent en général à 45-70 volts.

Le charbon *positif* est plus gros que le charbon négatif et se place à la partie supérieure si on emploie des courants continus.

L'intensité lumineuse de ces lampes varie de 300 à 5 000 bougies.

Pour les cours de betteraves on emploie 1 000 à 1 200 bougies et on admet qu'une lampe de 1 000 à 1 500 bougies éclaire suffisamment 2 000 mètres carrés dans les intérieurs.

Dans l'usine, on pourra supprimer les globes opalés qui absorbent 20 pour 100 de la lumière.

Les lampes sont suspendues à une hauteur convenable au moyen de cordes qui s'enroulent sur un petit treuil. On les baisse pour changer les charbons.

Au point de vue de la *distribution* les lampes sont disposées en *tension*, c'est-à-dire que le courant passe de l'une dans l'autre. Ainsi un courant à 220 volts alimentera 4 lampes de 55 volts. On les dispose encore en *série* ou en *dérivation* et chaque lampe est alimentée par une canalisation spéciale venant du câble principal de la dynamo. On peut encore alimenter les régulateurs à arc par une dynamo conjuguée avec une batterie d'accumulateurs. C'est là un moyen d'obvier à la marche irrégulière du moteur qui commande la dynamo.

Les lampes à *incandescence* employées ont 10, 16, 20, 32 et 100 bougies. Elles nécessitent 3 à 4 watts par bougie.

Les consommations sont :

4	bougies	14	watts.
8	—	28	—
10	—	35	—
16	—	56	—
20	—	70	—
32	—	112	—

Elles durent de 1 000 à 1 200 heures. Si la lampe noircit c'est qu'elle aura été trop poussée.

Les conduites de distribution de l'énergie électrique doivent être parfaitement isolées les unes des autres, afin d'éviter les courts-circuits qui peuvent provoquer l'incendie.

3. *Éclairage à l'acétylène.* — Ce mode d'éclairage, quoique pratique, n'est pas très employé en sucrerie; on préfère avec raison l'électricité.

L'acétylène se produit par l'action de l'eau sur le carbure de calcium.

1 kilogramme de carbure donne 300 litres d'acétylène.

Les becs ordinaires brûlent 30 à 40 litres à l'heure et donnent environ 70 bougies.

La pression de régime est de 4 centimètres d'eau en moyenne.

Les appareils producteurs d'acétylène sont de 2 sortes :

1° *Ceux dans* lesquels l'eau tombe sur le carbure;

2° *Ceux dans* lesquels le carbure tombe dans l'eau.

L'opération se fait méthodiquement; dans les premiers, le carbure est maintenu dans un cylindre et l'eau n'arrive en contact qu'au fur et à mesure des besoins du gaz. S'il y a arrêt dans la consommation ou fermeture du robinet, l'eau est refoulée.

Dans les seconds un mouvement produit par un contrepoids laisse tomber des doses égales de carbure dans l'eau.

Le gaz est reçu dans les deux systèmes, dans un gazomètre.

Nous citerons les appareils Deroy, Cousin et de Perrodil, etc.

CHAPITRE XII

ACCIDENTS CORPORELS.

Au laboratoire on annexera une *petite pharmacie* où se trouveront les objets pour les pansements et divers produits de première nécessité en cas d'accidents corporels.

Brûlures. — Ce sont les accidents les plus fréquents en sucrerie. On les traite par le liniment dit *oléo-calcaire* qu'on obtient en mélangeant *de l'huile d'olive avec de l'eau de chaux*.

On commence par nettoyer la plaie à l'aide d'eau phéniquée très étendue ou de liqueur de Van Swieten également très diluée. Puis on applique le liniment sur la partie brûlée, et on en enduit également de la ouate hydrophile, afin qu'en séchant il n'y ait pas d'adhérence avec la plaie. On recouvre la partie brûlée avec cette ouate, qu'on recouvre elle-même de ouate ordinaire. On bande le tout avec des bandes de tarlatane amidonnées ou de gaze. Tous les deux jours on renouvelle le pansement.

L'*acide picrique* donne aussi d'excellents résultats, mais il faut qu'il soit appliqué *immédiatement* après la brûlure.

On pèse 15 grammes d'acide picrique qu'on introduit dans un litre d'eau bouillie et froide. On laisse en contact en agitant. On filtre et on conserve cette solution qui est jaune. Cette solution est saturée d'acide picrique. Pour l'employer, on lavera la brûlure avec la solution d'acide picrique puis on recouvrira la partie brûlée de ouate trempée dans la solution

picrique. On arrosera de temps en temps cette ouate avec cette même solution afin de maintenir toujours le pansement humide.

Si après la brûlure il se forme des « cloches », les ouvrir avec une aiguille flambée afin de faire écouler la sérosité qu'elles contiennent.

Hémorragie artérielle. — Elle se manifeste par un jet de sang qui sort de la plaie par *saccades*. Comprimer le membre au-dessus de la plaie, ou faire une forte ligature, en attendant le médecin.

Si le sang s'écoule *sans saccades* on a affaire avec une *hémorragie veineuse*. Comprimer ou ligaturer le membre. On peut encore arrêter l'hémorragie par de la charpie, de l'eau coupée de vinaigre, ou bien une solution au 1/10 de perchlorure de fer.

Fracture d'un membre. — Immobiliser le membre entre des planchettes de bois et attendre le médecin.

Entorse. Luxation. — Repos absolu. Plonger l'organe dans l'eau froide en attendant le médecin.

Chute. — Porter le patient dans un endroit frais, la poitrine et la tête élevées; desserrer les vêtements, affusion d'eau au visage, respiration d'acide acétique cristallisable. Donner un cordial (eau des Carmes avec eau sucrée, ou bien eau-de-vie).

Transporter le blessé sur un brancard en marchant d'un pas égal pour éviter de secouer le corps. Faire mander le médecin aussitôt, afin de voir s'il n'y a aucune lésion interne ou externe.

Asphyxie. — Tenir couché sur le dos, *la tête élevée* et un peu tournée de côté. Laver la face et enlever les mucosités de la bouche. Pratiquer la *respiration artificielle*. Pour cela

on saisit la langue (avec une pince de préférence) puis on la tire tandis qu'un autre prend les deux bras rapprochés du corps et les élève jusqu'à la tête. Répéter cette manœuvre toutes les trois ou quatre secondes en appliquant avec force les bras contre la poitrine. Ne pas craindre de prolonger cette manœuvre longtemps. On en a vu revenir après des heures. Lorsque le malade revient à la vie le frictionner sur le corps avec de l'alcool, du vinaigre, de l'ammoniaque coupée. Châtouiller les narines avec une barbe de plume trempée dans de l'ammoniaque. Faire prendre un cordial chaud.

Ces accidents surviennent souvent au four à chaux ou dans les chaudières de carbonatation en nettoyages, lorsque la soupape de gaz perd.

L'asphyxie débute par de la stupeur, des bourdonnements, des crampes, enfin la syncope survient.

Quand le malade respire lui jeter de l'eau à la figure avec force, en évitant qu'elle pénètre dans les voies respiratoires.

Insolation. — Transporter le malade à l'ombre, au frais, relâcher les vêtements, ablutions d'eau froide, respiration artificielle, frictions, sinapismes aux pieds.

Congestion. — Pour la congestion provoquée par le froid frotter le nez, les oreilles; les mains ou les pieds avec un linge de laine. Donner un cordial au malade. Le faire marcher quand il est revenu.

Pour la *syncope* proprement dite, causée par la peur, les pertes de sang, etc., on transportera le malade en plein air, desserrer les vêtements et placer le malade dans la position horizontale. Ablution d'eau froide sur la face. Faire respirer de l'éther, de l'ammoniaque. Faire ensuite prendre un cordial.

Noyés. — Placer dans un endroit sec, débarrasser des vêtements, recouvrir d'une couverture de laine et pratiquer

la respiration artificielle, après avoir fait partir l'eau de la bouche.

Empoisonnements. — Donner un vomitif: 2 grammes d'Ipéca ou 10 centigrammes d'émétique dans de l'eau tiède pour un adulte. Faire boire du lait. Purge avec de la magnésie calcinée ou huile de ricin.

Nous recommandons aux contremaîtres de veiller particulièrement à ce que les ouvriers ne s'approchent pas des courroies ou des engrenages en marche ou d'un volant avec des vêtements flottants, ni *graisser* en *marche.*

Pour les *ivrognes* on les retirera de leurs postes et on leur fera prendre un verre d'eau avec 10 gouttes d'ammoniaque.

Pour les ouvriers qui ont des *coliques,* on leur donnera un verre d'eau sucrée avec 12 *gouttes* de Laudanum de Sydenham. Pour la diarrhée on pourra leur donner ce même remède, ou mieux 3 cachets de *sous-nitrate de Bismuth* à prendre en 3 fois.

Petite pharmacie. — On aura les produits suivants dont une partie pourront être préparés au laboratoire de l'usine par le chimiste :

Liqueur de Van Swieten (plaies)	Bichlorure de mercure 1 gramme faire dissoudre dans 100 grammes d'*alcool* à 95°, ajouter eau bouillie jusqu'à 1 litre.

Teinture d'iode. Iode bi-sublimé et alcool, agiter jusqu'à complète saturation. Conserver en flacon bouché.

Eau boriquée. Acide borique, une cuillère à soupe et un litre d'eau bouillie, chaude.

Liniment oléo-calcaire (v. plus haut).

Thymol. Ammoniaque. Acide phénique neigeux.

Acide picrique (solution saturée).

Teinture d'arnica.

Acide acétique cristallisable. Éther sulfurique. Laudanum de Sydenham. Magnésie calcinée. Perchlorure de fer. Émétique. Amadou. Cordial (cognac ou eau des Carmes).

Alcool camphré. Alcool et camphre, à saturation.

Bandes de tarlatane et de gaze. Gaze iodoformée. Ouate hydrophile. Gutta-percha. Vaseline ordinaire et vaseline boriquée. Épingles de « nourrice ».

Pour les ouvriers du *four à chaux* qui ont parfois les yeux brûlés par de la poussière de chaux, les faire laver avec de l'eau boriquée tiède fréquemment, et leur recommander de ne pas les *frotter*.

CHAPITRE XIII

ATELIER DE RÉPARATIONS.

Un atelier de réparations est en général annexé à toute sucrerie et son importance est variable selon celle de l'usine.

Ainsi que nous l'avons dit, tout le matériel, dès que la fabrication est terminée, doit être démonté. Les diverses pièces des moteurs sont vérifiées avec soin au point de vue de l'usure, puis remontées avec non moins de soin.

Les chaudières à vapeur sont vidées, nettoyées et grattées, les tubes démontés.

Les bacs restent pleins d'eau jusqu'au moment où on les gratte puis on les repeint au minium d'abord, puis avec une deuxième couche en couleur différente (gris, marron, etc.) (1).

On peut accélérer le nettoyage en employant de l'eau acidulée par de l'acide chlorhydrique (2 à 5 pour 100).

Les cadres des filtres-presses sont lavés avec une eau plus acide, puis rincés à l'eau claire.

Les serpentins sont décapés avec de l'eau acidulée puis passés à la toile émeri demi-grosse d'abord, puis fine. Les

(1) Voici une formule pour la peinture au minium :

Minium.	700 grammes.
Blanc de céruse.	100 —
Essence de térébenthine. . .	125 —
Huile de lin.	75 —
	1 000 grammes.

soupapes et robinets sont démontés ainsi que les clapets. Les sièges des soupapes et les robinets sont rodés.

L'atelier de réparations comprendra comme matériel :

· 1 *forge ordinaire* à deux soufflets ou avec ventilateur actionné par un moteur.

1 *forge circulaire* en briques avec ventilateur pour braser (chauffée au coke).

Des *étaux* placés à deux mètres de distance sur l'établi.

1 tour parallèle. 1 perceuse à bras ou commandée par courroie (1).

1 meule en grès pour les affûtages.

Outils divers (marteaux, limes, burins, becs-d'âne, etc.).

Le contremaître devra veiller soigneusement à ce que les outils ne *traînent pas*. Une armoire fermée à clef sera disposée à cet effet dans l'atelier.

De temps en temps on fera l'inventaire des outils.

Pour ne pas allumer un générateur de l'usine on aura un moteur du type « locomobile » dans l'atelier, qui consommera peu et qui actionnera les diverses machines-outils.

Les machines-outils devront être placées d'une façon très stable.

Tours. — La vitesse moyenne par seconde est pour la pièce à tourner de :

50	millimètres	pour l'acier.
80	—	pour la fonte tendre.
110	—	pour le fer forgé.
150	—	pour le laiton et le bronze.
500	—	pour le bronze.

Le déplacement total est de 0,5 à $1^{mm},5$.

Le rendement d'un tour est en moyenne de 0,6 pour 100.

---

(1) Une filière avec coussinets. Tarauds. Tourne à gauche. Scie à métaux. Tranches. Pinces pour la forge. Chasses. Devant la forge on placera un bassin rempli d'eau.

Machines à percer. — Soit d le diamètre du foret et x un coefficient variable égal à :

620 à 1 500 pour l'acier.
620 à 1 000 pour la fonte tendre.
125 à 250 pour la fonte dure.
2 000 à 3 000 pour le bronze et le laiton.
3 000 à 4 000 pour le bois.

Le nombre de tours du foret est par minute $\frac{x}{d}$.

Le rendement de ces machines varie de 0,6 à 0,8 pour 100.

Meules émeri. La Vitesse moyenne à la circonférence est de 5 mètres. Il ne faut pas exagérer la vitesse ; celle-ci ne doit pas dépasser 10 *à* 12 *mètres*.

APPENDICE

NOTE I

RENSEIGNEMENTS DE MATHÉMATIQUES POUVANT ÊTRE UTILES AUX CONTREMAITRES ET SURVEILLANTS.

Les contremaîtres et les surveillants devront savoir faire tous les calculs élémentaires (quatre règles, règles de proportions, système métrique, etc.). Parmi les renseignements qui peuvent leur rendre service se trouvent, tout spécialement, la mesure des surfaces, des volumes, etc.

1. Mesure des longueurs. — Les longueurs se mesurent dans la pratique à l'aide du *mètre* qui est l'unité de longueur.

Les contremaîtres et surveillants devront toujours en avoir un. Pour les mesures courantes, n'exigeant pas une exactitude absolument mathématique, il suffira d'avoir un mètre pliant en bois. Nous conseillons également l'emploi des mètres flexibles dits « américains », qui permettent de prendre le développement d'une courbure sans en connaître le rayon. Lorsqu'il s'agira de prendre une mesure très exacte, telle que l'épaisseur d'un tuyau en cuivre, etc. On se servira du compas d'épaisseur et d'un mètre en métal, étalonné.

Le mètre comprend des subdivisions qu'on appelle *multiples, sous-multiples* :

Multiples :

Décamètre	valant.	10	mètres.
Hectomètre	— .	100	—
Kilomètre	— .	1 000	—
etc.			

Sous-multiples :

Décimètre. . . $\frac{1^m}{10} = 0^m,1.$

Centimètre. . . $\frac{1^m}{100} = 0^m,01.$

Millimètre. . . $\frac{1^m}{1\,000} = 0^m,001.$

2. Mesure des surfaces planes usuelles. — La longueur a pour base le mètre, la surface a pour base le mètre carré. Nous allons donner les formules de ces diverses surfaces.

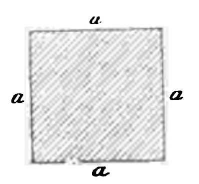


Fig. 105.



Carré.

S = **surface**
a = **côté du carré**
$S = a^2$.

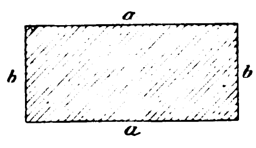


Fig. 106.

Rectangle.

a = côté
b = côté
$S = a \times b$.

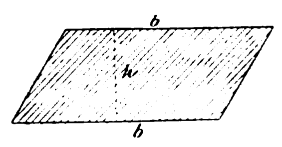


Fig. 107.

Parallélogramme.

$S = b \times h$.

Trapèze.

b = grande base
b' = petite base
h = hauteur

$$S = \frac{b + b'}{2} \times h.$$

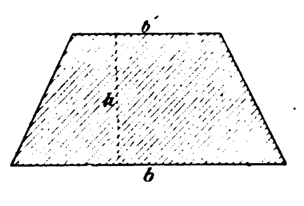


Fig. 108.

Triangle.

b = côté
h = hauteur abaissée du sommet opposé au côté b

$$S = \frac{b \times h}{2}.$$

Polygones. — 1. ***Réguliers.***

n = nombre de côtés
a = côté du polygone
r = rayon du cercle inscrit dans le polygone (apothème)

$$S = \frac{1}{2} nar.$$

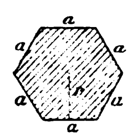


Fig. 109.

2. ***Irréguliers.***

S = somme des surfaces des triangles en lesquels on peut le décomposer.

Exemple.

1. S = surf. tri. abd + surf. tri. dbc
2. S = surf. tri. abe + surf. tri. bcd + surf. tri. bde.

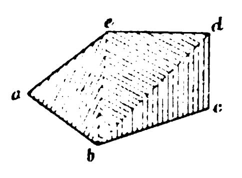


Fig. 110.

Cercle.

r = rayon

$$S = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4} \qquad \pi = 3,1416 \qquad d = \text{diamètre}.$$

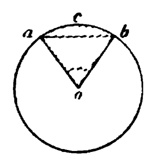


Fig. 111.

Secteur de cercle.

$$\text{Surf. } aobc = \frac{\pi r^2 x}{360} \qquad x = \widehat{aob}.$$

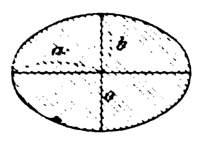


Fig. 112.

Ellipse.

$$S = \pi ab.$$

Parabole.

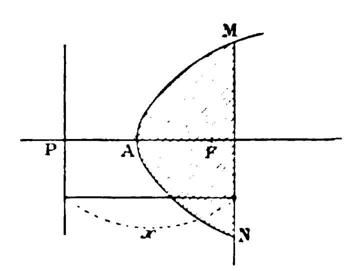


Fig. 113.

$$AF = \frac{p}{2}.$$

$$\text{Surf. AMN (limitée par la droite MN)} = \frac{4}{3} x \sqrt{2px}.$$

$$PF = p \text{ (paramètre)}.$$

Il ne faut pas oublier que chaque fois qu'on aura à appliquer ces formules on devra rapporter les nombres à la même unité.

Ainsi soit une surface rectangulaire ayant $1^m,10$ pour un des côtés et $0^m,65$ pour l'autre.

La formule nous indique que la surface rectangulaire est obtenue en multipliant ces deux dimensions l'une par

l'autre. Le second côté devra s'écrire en prenant pour base le mètre $0^m,65$.

La surface sera : $1^m,10 \times 0^m,65$.

Ce raisonnement s'appliquera également aux mesures de volumes et nous croyons inutile d'en renouveler encore l'observation.

3. *Mesures des volumes usuels.* — Le volume se rapporte au *mètre cube*.

CUBE.

$a =$ côté
$V = a^3 (a \times a \times a)$.

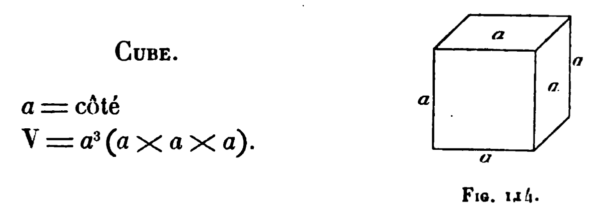


FIG. 114.

PARALLÉLIPIPÈDE RECTANGLE.

$a =$ côté
$b =$ côté
$c =$ côté
$V = a \times b \times c$.

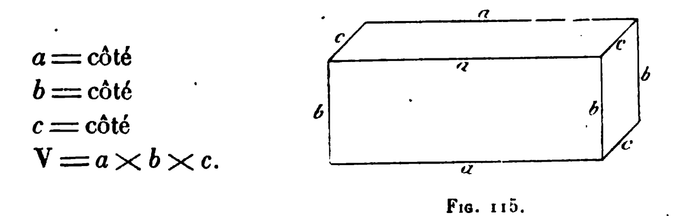


FIG. 115.

PRISME DROIT.

$S_b =$ surface de la base
$h =$ hauteur
$V = S_b \times h$.

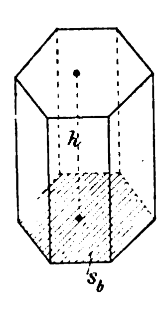


FIG. 116.

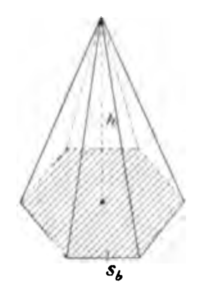


FIG. 117.

PYRAMIDE.

S_b = surface de la base
h = hauteur

$$V = \frac{1}{3} S_b \times h.$$

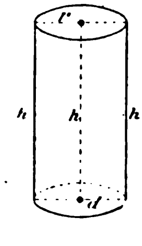


FIG. 118.

CYLINDRE CIRCULAIRE DROIT.

h = hauteur
r = rayon du cercle de base
d = diamètre

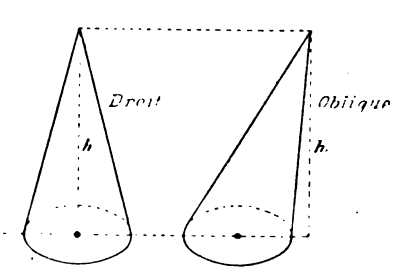
$$V = \pi r^2 h = \frac{\pi d^2 h}{4}.$$

CYLINDRE OBLIQUE QUELCONQUE.

h = hauteur (distance des plans des bases)
S_b = surface de la base

$$V = S_b \times h.$$

CONE A BASE CIRCULAIRE DROIT OU OBLIQUE.



r = rayon de la base
h = hauteur

$$V = \pi r^2 \times \frac{h}{3}.$$

FIG. 119.

TRONC DE CONE DROIT A BASE CIRCULAIRE.

h = hauteur $\begin{cases} r = \text{rayon de la grande base.} \\ r' = \quad \text{id.} \quad \text{petite base.} \end{cases}$

$$V = \pi h \left(\frac{r^2 + r'^2 + rr'}{3} \right)$$

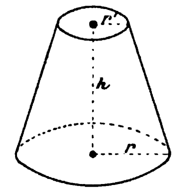


FIG. 120.

SPHÈRE.

r = rayon de la sphère.

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3.$$

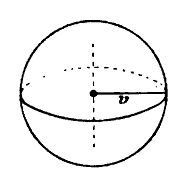


FIG. 121.

RENSEIGNEMENTS DE MÉCANIQUE THÉORIQUE. — *L'unité de travail* adoptée dans la pratique est le kilogrammètre.

Le *travail* d'une force quelconque est défini par le produit de l'intensité de la force par le chemin parcouru par son point d'application.

Pour les machines, l'unité de travail est le cheval-vapeur.

Cheval-vapeur = 75 kilogrammètres par seconde.

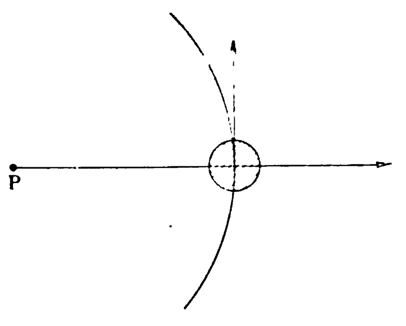


FIG. 122.

Le *kilogrammètre* est le travail d'une force de 1 kilogramme, dont le point d'application se déplace de 1 *mètre dans le sens de la force.*

Force centrifuge. — Comme nous l'avons vu, la force centrifuge a reçu une application immédiate dans les turbines centrifuges utilisées en sucrerie.

Nous allons la définir :

Soit P le poids d'un corps que nous supposerons attaché solidement à un fil.

Si nous animons ce corps d'un mouvement de rotation en faisant tourner le fil, le mouvement qui en résultera sera défini comme tout mouvement par sa vitesse, c'est-à-dire par le nombre de tours que le corps fera dans son mouvement rotatif, dans un temps donné, et par le rayon de la circonférence engendrée. Il est bien évident qu'un même corps tournant autour d'un point fixe P et dont le rayon de la circonférence est R ou R′ ne sera pas animé de la même vitesse dans les deux cas en supposant que le mouvement soit le même. Enfin la nature même du mouvement complète la définition (fig. 123).

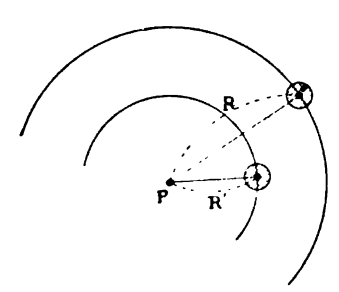


Fig. 123.

Vitesse angulaire. — On appelle vitesse angulaire d'un corps soumis à un mouvement de rotation uniforme, la vitesse dont est animé un point situé à une distance du centre de rotation égale à l'unité.

Soit ω on a.

$$\omega = \frac{v}{r}$$

$v =$ vitesse tangentielle.

$r =$ rayon de la circonférence engendrée.

La vitesse du mobile est exprimée par la relation :

$$v = \frac{2 \pi r n}{60} \qquad (1)$$

Comme application de cette formule citons par exemple le problème suivant :

Calculer la vitesse du volant d'une machine sachant qu'elle fait n tours à la minute et que le rayon du volant est égal à r.

On fera l'application directe de la formule (1).

On peut aussi tirer de la formule (2).

$$n = \frac{60\,v}{2\pi r} \qquad (2)$$

qui permet de connaître le nombre de tours quand on connaît la vitesse.

La force centrifuge d'un corps de poids P soumis à un mouvement de rotation circulaire avec une vitesse $v = \frac{2\pi r n}{60}$, r étant le rayon de la circonférence décrite par le corps, est égale à :

$$F = \frac{Pv^2}{gr} = \frac{4\pi^2 r^2 n^2}{3\,600\,g.r} = \frac{4\pi^2 n^2 r}{3\,600\,g}$$

Enfin, si on désigne par M la masse du corps on peut encore exprimer la force centrifuge par la formule :

$F = \frac{Mv^2}{r} = M\omega^2 r$; ω = vitesse angulaire, car on peut écrire :

$$F = \frac{\frac{Mv^2}{r^2}}{\frac{1}{r}} = \frac{M\omega^2}{\frac{1}{r}} = M\omega^2 r.$$

on sait que ω = vitesse angulaire $= \frac{v}{r}$.

Frottement. — Tous les corps subissent l'influence du frottement qui est la résistance que l'on observe toutes les fois que deux corps se trouvent en contact et viennent à glisser, ou à rouler l'un sur l'autre.

D'où le frottement de roulement, et le frottement de glissement.

Le frottement a été déterminé par les corps les plus usuels et le nombre qui exprime le frottement d'un corps A sur un corps B a été désigné par *coefficient de frottement.*

Par exemple on a :

$$\text{coefficients de frottement de } \textit{roulement} = f = \left\{\begin{array}{l} \text{0,055 fonte sur fonte,} \\ \text{0,050 fer sur fer,} \\ \text{0,154 calcaire sur calcaire,} \\ \text{0,048 gaïac sur chêne.} \end{array}\right.$$

$$\text{coefficients de frottement de } \textit{glissement} = f' = \left\{\begin{array}{l} \textit{Pour une pression de 47 kg. par cm}^2. \\ \text{Griffe — Fer sur fer,} \\ \text{0,38, — Fer sur fonte,} \\ \text{0,40 — acier sur fonte.} \end{array}\right.$$

Dans la pratique. — On adoptera pour les courroies se rapportant à des poulies *bien polies* :

$f = 0,155$ (courroies neuves),

$f = 0,20$ (vieilles courroies en cuir).

NOTE II

COURROIES DE TRANSMISSION.

La transmission du mouvement par courroies et poulies est la plus employée dans l'Industrie car c'est la plus avantageuse.

Les courroies se font soit :

- en cuir,
- en tissus (Balata),
- en caoutchouc,
- en coton,
- en poil de chameau,
- en crin.

1. Courroies en cuir. — Les courroies en cuir de bonne fabrication peuvent travailler en marche normale à 35 *kilogrammes* par centimètre carré. Quand une courroie est neuve, elle transmet évidemment dans de moins bonnes conditions que lorsqu'elle a servi un certain temps. Pour les courroies devant travailler à une tension élevée, il sera préférable de mettre le *côté fleur* du cuir en contact avec les poulies. Le côté fleur est moins souple que le côté chair. Si la courroie ne doit pas supporter une tension élevée sans qu'on ait à redouter le glissement de celle-ci, on mettra le *côté chair* en contact avec la poulie. Le côté chair est en effet beaucoup plus résistant parce que c'est du côté de la chair que se trouvent les tendons et les veines.

2. Courroies en tissus. — 1. *Balata*. — Ces courroies ont acquis une grande renommée qui est d'ailleurs très justifiée.

Elles sont composées de plusieurs plis de toile d'un tissage spécial et d'une résistance exceptionnelle, entremêlés, imprégnés d'une solution de « Balata » (matière analogue à la gutta-percha).

Les courroies sont ensuite cylindrées à forte pression.

Ces courroies sont d'un usage excellent et elles conviennent tout spécialement dans les endroits exposés à l'humidité, à la vapeur et aux émanations de vapeurs acides.

Comme elles sont très souples elles se recommandent pour les transmissions à grande vitesse, dynamos, etc., et pour les poulies à petits diamètres.

Enfin elle peut fonctionner aussi bien droite que croisée.

2. *Courroies en poil de chameau*. — Ces courroies sont également excellentes ; elles sont formées de fibres animales et de fibres végétales reliées entre elles par des fils.

3. *Courroies en coton*. — Elles sont composées de tissus de coton, qu'on enduit de caoutchouc puis qu'on vulcanise. La courroie est cylindrée fortement et tendue énergiquement.

Ces courroies sont très souples ; aussi peut-on les recommander pour les grandes vitesses, les petites poulies, la force à transmettre n'étant pas excessive.

La maison Lechat s'est fait une spécialité de ce genre de courroie.

Les chiffres à appliquer pour ces courroies sont :

Coefficient de frottement $f = 0,20$.

Charge par unité de surface $s = 300\,000$ kilogrammes.

Comme épaisseur on ne dépasse pas 13 millimètres car les courroies épaisses fatiguent beaucoup.

Entretien et soins a donner aux courroies. — Les courroies devront toujours être très propres et on ne devra pas

laisser former de dépôts de poussière ce qui, sur la face en contact avec la poulie diminuerait l'adhérence.

La face en contact avec la poulie doit être onctueuse pour assurer un contact parfait.

Une courroie ne sera jamais retendue tant qu'elle transmet *sans glissement*.

On n'emploiera pas de résine pour obvier au glissement; la résine rend le cuir cassant et sec et diminue la durée de son usage.

On vend des pâtes à cet usage qui sont préférables.

Courroies marchant a grandes vitesses. — Une courroie travaillant à une vitesse de 20 mètres par seconde doit être souple avant tout.

On aura très souvent intérêt à prendre des diamètres de poulies plus faibles et à augmenter la largeur des courroies.

Pour des poulies de 100 millimètres de diamètre, l'épaisseur de la courroie ne doit pas dépasser *3 millimètres*.

De 101 à 200, 4 millimètres conviennent.
201 à 300, 5 — —
300 à 500, 6 — —

Courroies Compound. — Les courroies Compound sont constituées par deux courroies couplées marchant *l'une sur l'autre* sur une paire de poulies.

Chaque courroie transmet sensiblement sa propre part de force, de sorte que les deux courroies partagent à peu près l'effort.

Ce genre de courroie est peu employé en sucrerie.

Courroies torses. — Ce mode d'emploi des courroies n'est recommandable que si l'effort à transmettre est faible.

Dans ce mode d'agencement les poulies se trouvent placées dans deux plans perpendiculaires. La courroie a une section triangulaire, la plus grande épaisseur se trouvant du côté où la courroie a la plus grande tension.

Courroies droites. — C'est le cas le plus général, les arbres de commande se trouvant situés dans deux plans parallèles (fig. 124).

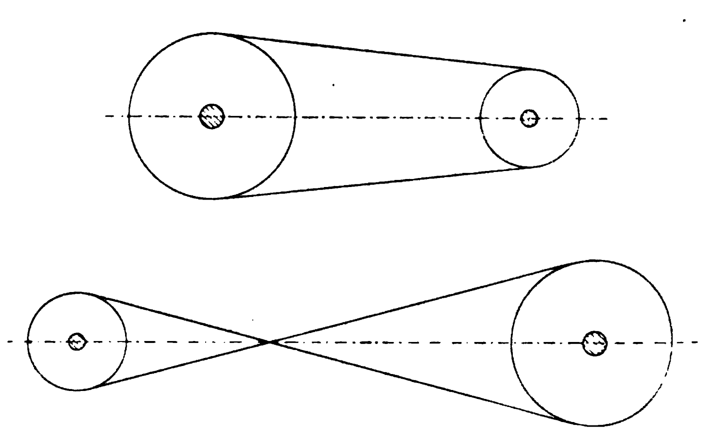


Fig. 124 et 125.

Courroies croisées. — Les arbres se trouvant également dans deux plans parallèles, mais à une assez grande distance (fig. 125).

NOTE III

CONDUITE DES MOTEURS A VAPEUR.

On peut diviser les moteurs à vapeur en différentes catégories :

Machine à pleine pression.

Machine à détente ou à expansion.

Machine à condensation avec ou sans détente.

Le mode de distribution de la vapeur dans le cylindre, le plus généralement employé est la distribution par tiroirs. Le plus simple est le tiroir dit *à coquille*.

Mise en marche des moteurs à vapeur. — 1° Quel que soit le type du moteur vertical ou horizontal il faut placer la *machine au point de départ*. Si par exemple la tête du vilbrequin se trouvait au bas de la course, c'est-à-dire au *point mort*, la machine ne partirait pas.

On placera donc le piston dans une position telle que la machine puisse se mettre en marche facilement. On placera la tête de bielle de façon que lorsqu'on mettra en route le moteur, celle-ci suive le mouvement descendant du vilbrequin.

2° On devra ouvrir tous les robinets purgeurs.

3° Graisser toutes les surfaces flottantes.

4° On ouvrira alors lentement la prise de vapeur sur la machine, de façon à échauffer le cylindre sans que le moteur

puisse se mettre en marche. Les purgeurs seront encore ouverts et tant qu'il coulera de l'eau par ceux-ci on les laissera ainsi. Puis lorsque la *vapeur sèche* sortira par les robinets on ouvrira un peu plus la prise de vapeur et la machine se mettra en marche, *lentement*. On activera alors peu à peu son mouvement en ouvrant la prise de vapeur jusqu'à ce que la machine ait acquis sa vitesse normale.

Il est de première importance de *vider* souvent les purgeurs pour faire écouler les eaux de condensations. A chaque arrêt, et de temps en temps en pleine marche, on devra veiller à ce que cette opération soit faite.

L'eau en effet n'est presque pas compressible et s'il se produit de l'eau de condensation dans le cylindre pendant la marche de la machine, celle-ci se trouvant prise entre le piston et le fond du cylindre, y produirait le phénomène appelé « coup d'eau » ; la course du piston se trouverait entravée et des chocs violents pourraient se produire, pouvant amener la rupture de pièces de la machine (fond du cylindre, etc.).

Donc *purger parfaitement* avant la mise en marche du moteur.

ÉCHAUFFEMENT D'UN COUSSINET. — On devra desserrer les boulons, huiler fortement ou mieux arroser d'eau de savon, et arrêter la machine et remplacer le coussinet, si celui-ci se trouve trop endommagé.

Arrêt des moteurs. — Pour arrêter la marche d'une machine à vapeur, on ferme un peu la prise de vapeur, on ouvre les purgeurs, on ferme alors peu à peu la prise de vapeur jusqu'à arrêt complet de la machine, enfin celle-ci étant arrêtée, on ferme complètement la prise de vapeur. On laissera les purgeurs ouverts.

SÉRIE DE BOULONS ET RIVETS (Série Cail).

A	B (0,6 A)	C (1,6 A)	D (1,4 A)
8	5	14	11
10	6	16	14
12	7	20	17
15	9	24	20
18	11	28	23
20	12	32	27
23	14	36	31
25	15	40	35
28	17	44	38
30	18	48	42

A	B (0,5 A)		C (1,7 A)		D	
8	4	**3**	14	**14**	1	**2**
10	5	**4**	17	**16**	1	**2**
12	6	**5**	20	**20**	1	**2**
15	7	**8**	25	**24**	2	**3**
18	9	**7**	30	**28**	2	**3**
20	10	**8**	34	**32**	2	**4**
23	11	**9**	39	**35**	3	**5**
25	12	**10**	42	**40**	3	**5**
28	14	**11**	47	**44**	4	**6**
30	15	**12**	51	**48**	5	**6**

A	B	C
8	4	15
10	5	18
12	6	22
15	7	26
18	8	30
20	9	34
25	10	38

Usage de cette série. — Les côtes en caractères gras ont rapport aux rivets à tête fraisée.

Cette série permet de déterminer les proportions d'un rivet ou d'un boulon connaissant l'une de ses dimensions.

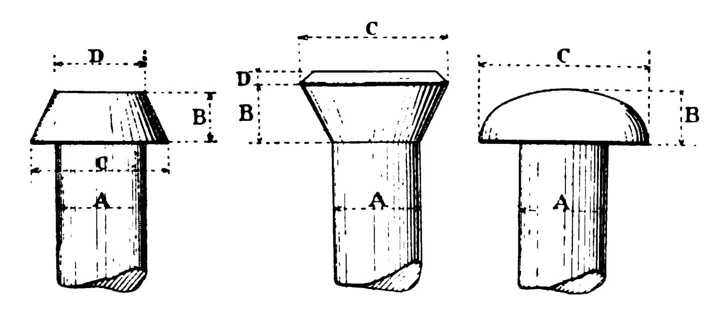


Fig. 126. — **Boulons à tête conique.** Fig. 127. — **Boulons à tête fraisée.** Fig. 128. — **Rivets de chaudronnerie.**

On sait d'autre part que l'on a adopté pour les rivets les proportions suivantes :

Proportions des rivets. — Pose des rivets. — 1. *Le diamètre du corps des rivets* (A), est égal à la somme des épaisseurs des 2 tôles à assembler.

$$A = 2\,E.$$

Ainsi, soit à assembler 2 tôles de 4 millimètres d'épaisseur, nous prendrons des rivets de 8 millimètres.

2. *La distance d'axes en axes de deux rivets* qui se suivent placés sur la même ligne, est égale à 2 fois et demi le diamètre de la tête du rivet.

$$= 2.5 \times C.$$

Dans l'exemple choisi, l'écartement sera de 38 millimètres.

3. *La distance du centre du trou d'un rivet au bord de la tôle* ou au bord de la pince, doit être égale à 2 fois et demi l'épaisseur des tôles réunies.

$$= 2{,}5 \times E.$$

Comme on le voit, la *largeur de croisement des tôles* est donc égale à 5 fois l'épaisseur de la tôle $= 5$ E.

Dans l'exemple choisi, la distance du trou d'un rivet au bord de la tôle sera de 10 millimètres, et la largeur du croisement sera de 20 millimètres.

La dimension d'un rivet est *toujours indiquée* par celle du corps du rivet ; c'est-à-dire la dimension indiquée dans le croquis ci-dessous par la lettre A.

Connaissant la dimension d'un rivet, on connaît donc par cela même l'épaisseur des tôles assemblées, les distances des rivets, etc.

Il existe plusieurs façons de disposer les rivets : disposition à une seule ligne, à double ligne ou à 2 rangs, à simple ou à double couvre-joint, disposition en quinconces, etc. C'est ce qu'on désigne encore sous le nom de rivure simple ou rivure double.

Les lignes de rivets dans l'assemblage des tôles sont encore désignées par le mot *clouüre*.

Les rivets en fer jusqu'à 12 millimètres peuvent se river *à froid*. Au-dessus de cette dimension, on les pose *à chaud*.

Le rivetage des pièces se fait généralement sur place, les trous étant percés à l'atelier. A cet effet, on se sert d'une petite forge portative, dont la soufflerie est actionnée au moyen d'un volant ou d'un levier qui fait soufflet. Le feu doit être maintenu très vif. Le corps du rivet doit être porté au rouge cerise, et l'extrémité qui va être travaillée au rouge blanc.

On rive soit au *marteau*, soit à la *bouterolle*. Ce dernier mode est le plus employé.

Le rivet est maintenu dans son trou au moyen d'un *tas* que maintient un ouvrier, puis, alors qu'il est au rouge blanc, au sortir du feu, le riveur l'écrase à coups de marteaux ; quand la tête, ainsi ébauchée grossièrement, passe au rouge sombre, le riveur saisit vivement sa bouterolle et la place bien d'aplomb sur le rivet ; les frappeurs frappent « devant » avec le marteau de 6 kilogrammes. Un frappeur peut être suffisant. La tête est terminée à la bouterolle.

Une bonne équipe de riveurs qui se compose en général :

D'un gamin ou d'un apprenti qui fait chauffer les rivets, d'un ouvrier qui maintient le tas, d'un frappeur et d'un riveur, peut poser 200 à 220 rivets de 15 millimètres dans la journée.

Le poids du tas doit être égal à 5 fois celui du marteau qui frappe « devant ».

Quelquefois, afin de rendre bien étanches les coutures de jonction des tôles et lorsque c'est nécessaire, on pratique le *matage* (1).

---

(1) Si on veut enlever des rivets, pour changer des tôles par exemple, on fait d'abord sauter la tête du rivet au moyen d'une tranche, puis on refoule le corps du rivet.

A l'aide d'un matoir en acier, on ramène les bords de la tôle qui fait lèvre, sur la tôle du dessous.

Pour les *tôles de cuivre* on se sert de rivets en cuivre à tête noyée d'un côté, la queue du rivet est bouterollée.

LÉGISLATION SUCRIÈRE.

Étant donné le cadre de cet ouvrage, nous ne saurions refaire ici en détails l'historique de la législation des sucres en France. Nous nous bornerons simplement à résumer les principaux articles et à essayer de faire saisir l'évolution de cette législation en même temps que son fonctionnement, dans les grandes lignes. Nous ne nous occuperons que de la législation actuelle, c'est-à-dire de la législation de 1884, avec ses modifications successives, et de la législation qui va être mise en vigueur au 1er septembre 1903, à la suite de la convention de Bruxelles, grâce à l'appui de M. Caillaux, ministre des finances, qui en a vaillamment poursuivi la solution, et à son successeur, qui en a achevé la réalisation.

LÉGISLATION DE 1884.

A partir du 29 *juillet* 1884, l'assiette de l'impôt sur les sucres est changée. Au lieu de percevoir l'impôt, comme jusqu'alors, sur le produit fabriqué, c'est-à-dire sur le sucre brut, le Parlement asseoit l'impôt sur la matière première, la betterave.

La prochaine législation, qui va être mise en vigueur en septembre 1903, prendra au contraire comme assiette de l'impôt le produit fabriqué ainsi que cela était antérieurement à la législation de 1884.

La loi du 29 juillet 1884 fixe les rendements par 100 kilogrammes de betteraves à :

6.25	pour 100	en sucre raffiné	pour	1887-1888.
6.50	—	—	—	1888-1889.
6.75	—	—	—	1889-1890.
7.00	—	—	—	1890-1891.

En réalité, ainsi qu'on le conçoit, le rendement de la betterave était plus grand et le sucre extrait en sus des rendements légaux restait indemne et constituait les *primes*.

Le droit de consommation, qui était de 40 francs les 100 kilogrammes exprimé en raffiné, est relevé à 50 *francs*.

Les mélasses, autres que celles qui vont en distillerie, ayant au moins 60 pour 100 de richesse saccharine, sont taxées :

15 francs celles ayant moins de 50 pour 100 de saccharose par 100 kilogrammes ;

32 francs celles ayant plus de 50 pour 100 de saccharose par 100 kilogrammes.

Afin de ne pas empêcher l'importation directe en France des sucres coloniaux français, une détaxe de 12 pour 100 leur est accordée. Cette détaxe équivalait sensiblement aux primes indigènes.

En même temps, les sucres bruts et les sucres non assimilés aux raffinés, importés des pays d'Europe, sont frappés d'une surtaxe non remboursable de 7 francs. Cette surtaxe ferme l'entrée des sucres étrangers européens.

Loi du 13 juillet 1886. — La détaxe accordée aux sucres coloniaux français exportés en France est portée de 12 à 24 pour 100 pour 1886-1887. La détaxe sera égale à la moyenne des excédents de rendements obtenus pendant la dernière campagne de fabrication, la campagne commençant le 1er septembre de chaque année et finissant le 31 août de l'année suivante.

Loi du 27 *mai* 1887. — Une surtaxe temporaire de 20 pour 100 est établie sur les sucres imposables de toute origine. La taxe de ce fait est élevée de 50 à 60 francs par 100 kilogrammes.

Les excédents indemnes et les sucres importés des colonies sont soumis à une taxe de 10 francs par 100 kilogrammes de raffiné.

L'État, voyant diminuer ses recettes, élève le rendement légal.

Loi du 4 *juillet* 1887. — A partir du 1er septembre 1887, le rendement légal dans les fabriques de sucre est fixé comme suit par 100 kilogrammes de betteraves :

7.00	pour 100	en sucre raffiné	pour	1887-1888.
7.25	—	—	—	1888-1889.
7.50	—	—	—	1889-1890.
7.75	—	—	—	1890-1891.

C'est à cette époque que fut votée la loi sur les *mélasses*, en faveur des distilleries.

Cette loi, encore en vigueur, est ainsi stipulée : « *Seront admises en décharge, à raison de* 14 *pour* 100 *de leur poids, au compte des fabricants qui n'emploieront pas le procédé de l'osmose, les mélasses ayant une richesse saccharine minimum de* 44 *pour* 100, *lorsque ces mélasses seront expédiées en distillerie ou à l'etranger*.

La loi du 4 juillet stipule également qu'une redevance de 0 fr. 30 par tonne de betteraves mises en œuvre sera payée par chaque fabricant à dater du 1er septembre 1887.

Loi du 24 *juillet* 1888. — A partir de la campagne 1888-1889, les droits sur les sucres sont ramenés de 50 à 40 francs par 100 kilogrammes de raffiné, mais une surtaxe temporaire de 50 pour 100 est établie sur les sucres imposables de toute origine. La taxe spéciale sur les excédents indemnes

est portée de 10 francs à 20 francs par 100 kilogrammes de sucre raffiné.

Loi du 5 *août* 1890. — A partir de 1890-1891, les sucres indigènes et coloniaux représentant les excédents indemnes ou des déchets sont soumis à une taxe de 30 francs au lieu de 20 francs par 100 kilogrammes de raffiné.

Raffinerie. — Une taxe de 8 centimes par 100 kilogrammes de sucre raffiné est prélevée à titre de frais de surveillance sur les sucres introduits en raffineries.

Loi du 29 *juin* 1891. — Cette loi est la dernière modification de la loi de 1884. C'est celle qui se trouve encore en vigueur jusqu'au 1er septembre 1903.

A partir du 1er septembre 1891, le sucre raffiné extrait de la betterave dans la proportion de 7^{kgr},75 par 100 kilogrammes de betteraves supporte le droit plein de 60 francs par 100 kilogrammes.

L'excédent, jusqu'à concurrence de 10^{kgr},50, est soumis au droit réduit de 30 francs par 100 kilogrammes de raffiné.

Enfin, au delà de 10^{kgr},5, le supplément de rendement est soumis aux 2/3 des droits, c'est-à-dire à $\frac{60+30}{2} = 45$ francs par 100 kilogrammes de raffiné.

Chaque année, avant le 1er novembre, les fabricants ont la faculté d'opter soit pour le *régime de l'abonnement*, soit pour le *régime dit de l'impôt à l'effectif ou du déchet.*

Régime de l'abonnement. — C'est le système dont nous venons de parler, c'est-à-dire 60 francs par 100 kilogrammes de raffiné jusqu'à 7^{kgr},75, de 7^{kgr},75 à 10^{kgr},50, 30 francs, enfin au delà 45 francs. C'était le régime de beaucoup le plus répandu.

Régime du déchet. — Il est alloué au fabricant qui, avant le 1er novembre de chaque année, en fait la demande, un déchet fixe de 15 pour 100 sur la production totale du sucre de la fabrication.

Le sucre correspondant à ce déchet est soumis au droit

réduit, c'est-à-dire à 30 francs par 100 kilogrammes de sucre raffiné.

En d'autres termes, c'est une prime de 4 fr. 55 par 100 kilogrammes de raffiné fabriqué.

Ce système n'était adopté que par les usines travaillant des betteraves peu riches, ou mal outillées, dont le rendement total exprimé en raffiné n'excédait pas $9^{kgr},1$.

Ainsi en 1901-1902 aucune fabrique n'a opté pour ce régime.

Loi de 1893. — *Raffinerie.* — La taxe dont la perception est autorisée à titre de frais de surveillance est abaissée de 8 centimes à 4 centimes par 100 kilogrammes de raffiné.

A la suite de la loi de 1891, la consommation, ralentie par la cherté du sucre, reste stationnaire tandis que la production augmente, ce qui amène une déviation du produit fabriqué vers le marché extérieur et plus particulièrement vers les États-Unis et l'Angleterre. Mais nous nous trouvons en présence de l'Allemagne et de l'Autriche, qui surproduisent elles aussi et qui nous disputent nos débouchés. Les fabricants se contentent comme bénéfice de la *prime.*

L'Allemagne (1891), l'Autriche (1888) et la Russie établissent des primes directes à l'exportation, qu'elles doublent en 1896 afin de pouvoir lutter contre nos produits. C'est la lutte des primes !

En 1896, les sucres étrangers, afin de leur fermer notre marché, sont surtaxés.

Les sucres bruts étrangers d'origine européenne sont taxés à raison de 10 fr. 50 au lieu de 7 francs jusqu'alors.

Les sucres raffinés et assimilés, 16 francs et 12 francs, selon le tarif.

Enfin, pour répondre aux lois renforçant les primes d'exportation en Allemagne et en Autriche (dites primes de guerre), nous votons une loi sur les primes d'exportation de nos sucres.

Primes d'exportation (7 avril 1897). — Elles sont établies comme il suit :

	PRIMES
Pour les sucres bruts en grains polarisant au minimum 98 pour les sucres de betteraves et 97 pour les coloniaux..........	4 francs par 100 kilogrammes de raffiné.
Pour les sucres bruts titrant de 65 à 98 pour les sucres de betteraves et titrant de 65 à 97 pour les coloniaux..........	3 fr. 50 par 100 kilogrammes de raffiné.
Sucres raffinés en morceaux ou en pains durs et secs.....	4 fr. 50 par 100 kilogrammes de raffiné.
Sucres raffinés en grains ou cristaux d'un titrage minimum de 98.	4 francs par 100 kilogrammes de raffiné.

Les primes d'exportation ne sont allouées qu'aux expéditions faites à destination de l'étranger et des colonies françaises suivantes : territoire français de la côte occidentale d'Afrique, sauf le Gabon, Tahiti, Établissements français dans l'Inde, Obock, Madagascar, Tunisie.

Raffinerie. — Cette même loi accordait en même temps une détaxe de distance de 2 fr. 25 pour 100 kilogrammes de raffiné ou 2 fr. 50, selon que les sucres provenaient des colonies de l'Atlantique ou des autres colonies.

Cette même loi, dans d'autres articles, accordait une détaxe de 2 francs par 100 kilogrammes aux sucres bruts français devant être mis en œuvre dans les raffineries établies en France dans les ports de l'Atlantique ou de la Méditerranée.

Cette même détaxe est accordée aux sucres bruts provenant des fabriques situées à une distance de plus de 300 kilomètres en ligne droite, des raffineries de l'intérieur, pourvu que ces sucres soient expédiés directement de la fabrique par voie ferrée ou par eau.

Un droit de raffinage est établi à raison de 4 francs par 100 kilogrammes de raffiné.

Malgré l'augmentation des exportations et malgré aussi les sacrifices du Trésor et surtout du consommateur, qui paye le sucre très cher pour l'envoyer aux Anglais qui le consomment à raison de 0 fr. 30 le kilogramme, la crise sucrière reste aussi intense.

L'excédent soustrait à l'impôt en 1900 est de 249 000 tonnes, soit un boni de 74 800 000 francs en faveur des fabricants. En outre 21 200 000 francs sont répartis en primes, la même année, soit comme primes d'exportation ou de détaxes. Soit en tout 96 millions de gratifications !

Résolus d'enrayer les suites funestes de la loi de 1884, de restreindre la production et d'accroître la consommation par un dégrèvement, c'est-à-dire supprimer les *primes*, les diverses puissances intéressées se réunissent à Bruxelles, dans une conférence internationale, le 16 décembre 1901.

CONVENTION DE BRUXELLES. — NOUVEAU RÉGIME DES SUCRES.

1. Convention de Bruxelles. — Une première conférence internationale avait eu lieu en 1898 à Bruxelles, mais sans aboutir.

Elle se réunit de nouveau le 16 *décembre* 1901.

Les puissances suivantes y prennent part :

Allemagne, Autriche-Hongrie, France, Grande-Bretagne, Belgique, Pays-Bas, Suède, Espagne, Italie, Roumanie.

La Russie s'abstient. Les États-Unis d'Amérique ne sont pas convoqués.

Après de difficiles négociations, la conférenee aboutit à un accord, le 5 mars 1901.

Les principales décisions prises sont rédigées en 12 *articles*.

Nous indiquerons simplement les principaux articles, en les résumant.

1° Les parties contractantes s'engagent à supprimer, à dater de la mise en vigueur de la convention, les *primes directes* et *indirectes* dont bénéficieraient la production ou l'exportation des sucres et à ne pas en établir.

Les produits sucrés (confitures, chocolat, biscuits, lait condensé, etc.), sont assimilés au sucre.

2° Les fabriques et raffineries seront soumises au régime d'entrepôt, sous la surveillance permanente des employés du fisc. Il en est de même des usines dans lesquelles on extrait le sucre des mélasses. Les usines seront aménagées de façon à donner toute garantie contre l'enlèvement clandestin des sucres.

3° Les parties contractantes s'engagent à limiter au chiffre maximum de 6 francs par 100 kilogrammes pour le sucre raffiné ou assimilé, et à 5 fr. 50 pour les autres sucs, la surtaxe, c'est-à-dire l'écart entre le taux des droits ou taxes auxquels sont soumis les sucres nationaux.

Cette disposition ne vise pas le taux des droits d'entrée dans les pays non producteurs de sucre; elle ne s'applique pas non plus aux sous-produits de fabrication et de raffinage.

4° Les parties contractantes s'engagent à frapper d'un droit spécial, à l'importation sur leur territoire, les sucres originaires de pays qui accorderaient des primes à la production ou à l'exportation.

5° Les parties contractantes s'engagent réciproquement à admettre au taux le plus réduit de leur tarif d'importation les sucres originaires, soit des États contractants, soit de celles des colonies ou possessions desdits États qui n'accordent pas de primes. Les sucres de canne et de betterave ne pourront être frappés de droits différents.

6° L'Espagne, l'Italie et la Suède sont dispensées des engagements faisant l'objet des articles 1, 2 et 3, aussi longtemps qu'elles n'exporteront pas de sucres.

7° Une commission permanente sera chargée de surveiller l'exécution des dispositions de la convention. Cette commis-

sion siégera à Bruxelles et se réunira sur la convocation du président.

Les parties contractantes communiqueront par la voie diplomatique avec le gouvernement belge, qui fera parvenir les décisions à la commission.

Chaque partie contractante sera représentée à la commission par un délégué ou par un délégué et des délégués adjoints.

L'Autriche et la Hongrie seront considérées séparément comme parties contractantes.

La commission se réunira à Bruxelles trois mois au moins avant la mise en vigueur de la présente convention.

La commission n'aura qu'une mission de *constatation* et *d'examen*.

8° Les parties contractantes s'engagent pour elles et leurs colonies ou possessions, exception faite des colonies autonomes de Grande-Bretagne et des Indes orientales britanniques, à prendre les mesures nécessaires pour empêcher que les sucres primés qui auront traversé en transit le territoire d'un État contractant ne jouissent des avantages de la convention sur le marché destinataire.

9° Les États qui n'ont point pris part à la convention seront admis à y adhérer sur leur demande et après avis conforme de la commission permanente. La demande sera adressée par voie diplomatique au gouvernement belge, qui notifiera l'adhésion aux autres gouvernements.

10° La convention sera mise à exécution à partir du 1er septembre 1903, pour 5 *années*.

Si au bout de ce temps, douze mois avant l'expiration de ce délai, aucune partie contractante n'a notifié au gouvernement belge son intention d'en faire cesser les effets, la convention restera en vigueur pendant une année, et ainsi de suite d'année en année.

Dans le cas où l'un des États contractants dénoncerait la convention, cette dénonciation n'aurait d'effet qu'à son égard ;

les autres conserveraient jusqu'au 31 octobre de l'année de la dénonciation la faculté de notifier l'intention de se retirer également à partir du 1er septembre de l'année suivante.

11° Les dispositions de la présente convention seront appliquées aux provinces d'outre-mer, colonies et possessions étrangères des parties contractantes.

Sont exceptées les colonies et possessions britanniques et néerlandaises.

12° L'exécution des engagements réciproques contenus dans la présente convention est subordonnée, en tant que de besoin, à l'accomplissement des formalités et des règles établies par les lois constitutionnelles de chacun des États contractants.

La présente convention sera ratifiée et les ratifications seront déposées à Bruxelles, au ministère des affaires étrangères, le 1er février 1903, ou plus tôt si cela se peut.

2. *Nouveau régime des sucres en France.* — Le Parlement s'occupe de l'application de la convention de Bruxelles. M. Caillaux, alors ministre des finances, propose un impôt de 40 francs par 100 kilogrammes de raffiné, ce qui constitue un faible dégrèvement peu favorable à l'augmentation de consommation.

Enfin, en décembre la question des sucres est reprise au Parlement, et la loi régissant le nouveau régime est votée le 28 *janvier* 1903.

Loi du 29 *janvier* 1903.

Article premier. — A partir du 1er *septembre* 1903 les droits sur les sucres de toute origine livrés à la consommation sont ramenés aux taux ci-après fixés, décimes compris :

Sucres bruts et raffinés.	25 francs par 100 kilogrammes de sucre raffiné.
Sucres candis. . . .	26 fr. 75 par 100 kilogrammes de poids effectif.

Le droit de fabrication de 1 franc par 100 kilogrammes, institué par l'article 4 de la loi du 7 avril 1897, *est supprimé.*

Le droit de raffinage établi par le même article est ramené de *4 francs* à *2 francs.*

Est autorisée, pour l'emploi des usages agricoles, dans les conditions déterminées par décrets, l'expédition en franchise de mélasses épuisées, n'ayant pas plus de 50 pour 100 de richesse saccharine absolue.

Article 2. — Les surtaxes de douane sur les sucres étrangers sont à partir de cette date modifiées comme suit :

Sucres raffinés et *sucres bruts* d'un titrage de 98 *pour* 100 *au moins*. . 6 fr. par 100 kilog. de poids effectif.

Autres sucres, 5 fr. 50 par 100 kilogrammes de poids effectif.

Les *sucres candis* seront comptés à raison de 107 *kilogrammes* de sucre raffiné par 100 *kilogrammes* de candi, poids effectif.

Les dispositions des articles 5 de la loi du 7 avril 1897, relatifs au droit d'entrée de la mélasse autre que pour la distillerie et au droit sur le chocolat, et des articles 1 et 2 de la loi du 14 juillet 1897 relatifs aux mélasses importées à destination des raffineries, sont maintenues.

Article 3. — Les *détaxes de distance* instituées par les articles 2 et 3 de la loi du 7 avril 1897 seront allouées à raison du montant effectif des frais de transport dont il sera justifié, sans que toutefois les taux fixés par les articles précités puissent être dépassés.

Article 4. — Les sucres destinés à entrer dans la préparation de produits alimentaires en vue de l'exportation, pourront être reçus et travaillés en franchise des droits dans des établissements spécialement affectés à cette fabrication.

Ces établissements, érigés en entrepôts réels, seront soumis à la surveillance permanente des employés des contributions indirectes ; les frais de cette surveillance seront à la charge

des fabricants. Des décrets détermineront les conditions d'agencement des fabriques, les obligations à remplir par les fabricants et d'une manière générale, toutes les mesures d'application du présent article.

Les contraventions aux présents décrets seront passibles des peines édictées par l'article 3 de la loi du 30 décembre 1873.

Article 5. — Sont *abrogés* à partir du 1er septembre 1903 : les articles 2 de la loi du 29 juillet 1884 (lois concernant les sucres pour vendanges) et 2 de la loi du 5 août 1890 (concernant le même sujet), qui accordent une modération de taxe aux sucres employés au sucrage des vins, cidres et poirés, ainsi que l'article 3 de la loi de finances du 29 décembre 1888.

L'article 7 de la loi du 4 juillet 1887 (qui instituait une redevance de 30 centimes par tonne de betteraves travaillées).

L'article premier de la loi du 7 avril 1897 (primes à l'exportation, taxes de 4 francs et 1 franc).

Parmi les dispositions de la loi du 29 juillet 1884 et des lois subséquentes, celles qui ont organisé la prise en charge du sucre imposable dans les fabriques, d'après le poids des betteraves mises en œuvre, et qui ont accordé le bénéfice d'une immunité d'impôt aux sucres indigènes ou coloniaux français représentant des excédents de rendement ou des déchets de fabrication.

Sont *mises en vigueur* les dispositions légales antérieures à la loi de 1884, qui ont réglé la tenue des comptes dans les fabriques et la prise en charge de la production effective, avec un minimum de rendement basé sur le volume et la densité des jus reconnus avant la défécation. Le taux de cette prise en charge est fixé à quinze cents grammes (1 500 grammes) par hectolitre et par degré de densité au-dessus de 100 (densité de l'eau).

Sont maintenues toutes les dispositions en vigueur relatives au mode d'imposition des sucres bruts d'après les mé-

thodes saccharimétriques, ainsi que les dispositions des lois des 5 août 1890 et 26 juillet 1893, concernant l'exercice des raffineries et d'une manière générale, toutes les dispositions des lois antérieures qui ne sont pas contraires à la présente loi.

Article 6. — Il sera procédé à l'inventaire des sucres et des sirops de toute nature (à l'exception des mélasses) qui existeront au 1er septembre 1903 dans les raffineries et établissements assimilés.

Les sucres raffinés seront comptés pour leur poids intégral et les sucres candis pour sept pour cent (7 pour 100) en sus.

Les autres sucres et les sirops en cours de fabrication seront évalués en sucre raffiné dans les conditions fixées par l'article 18 de la loi du 19 *juillet* 1880 (degré saccharimétrique avec déduction du glucose au coefficient 2 et des cendres au coefficient 4).

Les quantités inventoriées seront, jusqu'à due concurrence, imputées aux obligations d'admission temporaire en cours, lesquelles seront apurées, soit par la représentation de certificats d'exportation ou d'entrée en entrepôts postérieurs au 31 août 1903, soit par le payement du droit de 25 francs par 100 kilogrammes de raffiné.

Les obligations d'admission temporaire pour lesquelles, il n'aura pas été représenté, au moment de l'inventaire, des quantités correspondantes de sucres raffinés ou de matières en cours de fabrication ne pourront être apurées qu'au moyen de certificats d'exportation ou d'entrée en entrepôt antérieurs au 1er septembre 1903 ou par le paiement de l'ancien tarif sur les quantités de sucre raffiné prises en charge.

A titre exceptionnel, le délai d'apurement des obligations temporaires souscrites du 1er au 30 juin 1903 est porté de deux à trois mois.

Dans les quinze jours qui précèderont le 1er septembre 1903, les employés des douanes et des contributions

indirectes seront admis de jour et de nuit dans les raffineries et établissements assimilés. Ils pourront suivre les opérations industrielles et procéder à toutes les constatations et vérifications préparatoires qu'ils jugeront nécessaires.

Pendant les opérations d'inventaires, le travail sera complètement arrêté dans les ateliers et magasins; les raffineurs ou assimilés ou leurs représentants auront, au fur et à mesure des opérations, à déclarer le poids et le titrage des produits de toute nature existant dans chaque atelier ou magasin.

Article 7. — Quiconque voudra ajouter du sucre à la vendange est tenu d'en faire la déclaration trois jours au moins à l'avance à la recette buraliste des contributions indirectes.

La quantité de sucre ajoutée ne pourra pas être supérieure à dix kilogrammes (10 kilogrammes) par trois hectolitres de vendange.

Quiconque voudra se livrer à la fabrication du vin de sucre pour sa consommation familiale sera tenu d'en faire la déclaration dans le même délai.

La quantité de sucre employée ne pourra pas être supérieure à 40 kilogrammes par membre et par domestique attaché à la personne, ni à 40 kilogrammes par 3 hectolitres de vendanges récoltées.

Toute personne qui en même temps que des vendanges, moûts ou marcs de raisin, désire avoir en sa possession une quantité de sucre supérieure à 50 kilogrammes est tenue d'en faire préalablement la déclaration et de fournir des justifications d'emploi.

La loi se termine par l'énumération des peines qui seront applicables à ceux qui seront en contravention avec les articles de la loi.

Ces peines sont édictées dans l'article 4 de la loi du 6 avril 1897.

Ces peines seront doublées dans le cas de fabrication, de

circulation ou de détention de vins de sucre en vue de la vente.

S'il y a récidive, en outre de l'amende, les contrevenants encourent une peine de 6 jours à 6 mois d'emprisonnement. Les complices des *contrevenants* sont passibles des mêmes peines.

RÉSUMÉ DES PRINCIPALES COMMUNICATIONS FAITES AU CONGRÈS DE CHIMIE APPLIQUÉE DE 1900 SUR LES QUESTIONS DE SUCRERIE.

Nouvelle méthode de diffusion, système Garez

Par A. Vivien.

M. Garez a résolu le problème du chauffage homogène et uniforme dans toute la masse d'un diffuseur, en faisant arriver le jus à 100° sur la lamelle ou cossette préalablement chauffée, au fur et à mesure de son arrivée dans le diffuseur.

A cet effet :

1° La lamelle de betteraves est chauffée dans le coupe-racines à l'aide de vapeur ou d'air chaud, directement, ou par un double fond, de façon à élever sa température vers 30°.

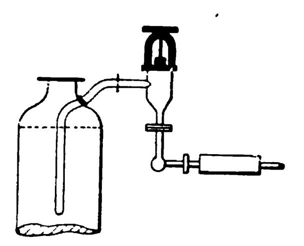


Fig. 129. — Diffuseur Garez.

2° Au fur et à mesure que le diffuseur s'emplit de cossettes chaudes, on fait arriver le jus provenant du diffuseur précédent ; ce jus est porté à 100° par son passage dans un réchauffeur à grande surface.

M. Garez a réalisé pratiquement l'arrivée du jus dans le diffuseur au moyen d'un tuyau, plongeant dans le diffuseur verticalement, sensiblement au centre ; ce tuyau est percé de trous et fait ainsi « pomme d'arrosoir ».

Le jus sortant du diffuseur est divisé en 2 parties, l'une va au bac mesureur, l'autre passe par le réchauffeur, y est portée à 100°, puis enfin entre dans le diffuseur suivant.

L'écoulement est continu au bac jaugeur et il y a toujours un diffuseur en meichage.

Ce procédé a été appliqué à Neuville-Roy et à Brebières.

Nouveau procédé de dosage du sucre dans les cossettes fraiches

Par. Eug. Lallemant.

L'échantillon moyen est recueilli dans un vase rempli d'eau additionnée de bichlorure de mercure ou de formol afin d'éviter la dessiccation et la fermentation des cossettes.

On place à demeure, sur le plateau d'une bascule sensible à 1 gramme, un vase cylindrique de 20 litres environ, en tôle émaillée intérieurement et muni d'un faux fond perforé. Un robinet placé à la partie inférieure permet de vider le vase.

Le vase est taré, on le remplit à moitié d'eau antiseptisée, de poids P. L'échantillon de cossettes sera jeté au fur et à mesure des prélèvements, dans le récipient.

Supposons que nous arrêtions l'échantillonnage après 12 heures. Nous verserons alors dans le vase la quantité d'eau évaporée et qu'on aura déterminé au préalable dans une expérience à blanc. Nous pèserons alors et nous aurons un nouveau poids P_1.

$P_1 - P =$ poids des cossettes.

On brasse les cossettes au sein du liquide, puis ouvrant le robinet inférieur on laisse couler complètement le liquide, dont nous prélèverons un échantillon qui sera polarisé. Soit *s* pour 100 de sucre ce qu'il contient.

On repèse de nouveau ; soit p le poids de matière restante et s_1 pour 100 sa teneur centésimale en sucre. On aura :

$$\frac{(P_1 - p)s + ps_1}{P_1 - P} = \text{sucre pour 100 dans les cossettes fraîches.}$$

La carbonatation continue en sucrerie

Par L. Naudet.

La carbonatation se fait dans une chaudière unique, d'une façon continue, et se règle automatiquement.

La chaudière adoptée par M. Naudet était cylindrique, à fond conique, d'une capacité utile de 35 hectolitres, c'est-à-dire en marche contenant 35 hectolitres de jus.

Le jus et le gaz arrivent ensemble dans un faux fond conique perforé, cône dont le sommet est symétriquement opposé à celui du fond même de la chaudière. Le gaz et le jus réagissent ainsi l'un sur l'autre dès leur entrée.

Le réglage automatique de la carbonatation est basé sur l'observation suivante : quand le jus et le gaz arrivent en proportions voulues, le niveau du liquide dans la chaudière reste constant. Si la carbonatation n'est pas assez poussée, le niveau monte ; si au contraire elle l'est trop, le niveau descend. Tout revient donc à maintenir le niveau constant, c'est-à-dire au moyen d'une soupape automatique à régler le débit du jus, de telle sorte que si le niveau monte l'entrée du jus soit fermée, de façon à mettre moins de jus en contact avec la même quantité de gaz ; si au contraire le niveau descend, faire entrer plus de jus, le gaz ayant alors à carbonater une plus grande quantité de jus.

La soupape automatique se compose d'un frotteur, agissant sur un régulateur équilibré, diminuant la section

(1) MM. Prangey et de Grobert ont fait breveter également un type de carbonateur continu qui a fonctionné à la sucrerie de Meru, en 1901, d'une façon très satisfaisante.

d'entrée du tuyau du jus, quand le liquide monte, l'augmentant lorsque le jus baisse. La soupape se règle au moyen de rondelles de plomb dont on la charge plus ou moins selon « le point » auquel on veut pousser la carbonatation.

La carbonatation continue présente les avantages suivants :

1° Pas de mousses, les jus étant toujours « au point », d'où pas besoin de graisses ni d'émousseurs.

2° Passage plus facile aux filtres-presses.

Expériences faites chez M. Duflos, à Vitry-en-Artois.

Emploi de l'acide sulfureux en sucrerie

Par Horsin-Déon.

L'acide sulfureux produit un précipité dans les jus bruts, c'est donc un épurant dans ces conditions.

Il n'agit pas comme épurant sur les jus carbonatés, il précipite simplement la chaux en la séparant des matières organiques.

Sa principale propriété est de décolorer, mais cette décoloration disparaît si le liquide traité est *rendu alcalin.*

L'acide sulfureux agit comme antiseptique tant qu'il n'est pas transformé en acide sulfurique.

M. Horsin-Déon est d'avis de l'employer :

1° Sur les juts bruts, avant carbonatation, en faisant suivre le traitement d'une filtration, mais alors il n'agit que comme épurant ;

2° Sur les sirops avant la cuite ;

3° Sur les égouts de turbinage devant être rentrés à la cuite.

L'acide sulfureux est obtenu, soit à l'état gazeux par combustion du soufre dans des fours, soit à l'état liquide.

Dans le 1er cas le gaz est pauvre et contient 20 pour 100 au maximum de SO^2 et la sulfitation est lente.

Dans le second, la sulfitation est rapide, mais dangereuse.

Enfin un troisième emploi de l'acide sulfureux, est le procédé Ranson, où on l'utilise à l'état d'acide hydrosul-

fureux, qui se forme par l'addition dans le liquide sulfité de poudre de zinc ou de pâte d'étain.

Sous cette dernière forme il agit très énergiquement, comme décolorant.

La sulfitation barytique

Par M. A. Aulard.

M. Aulard préconise très vivement l'emploi de l'hydrate de baryte en sucrerie et en raffinerie.

Pour la sulfitation barytique voici comment il opère :

On fait un lait de baryte, avec du jus de 2[e] carbonatation, à chaud.

Dans chaque chaudière de carbonatation on met la quantité de baryte voulue puis on fait passer SO^2 jusqu'à une certaine acidité qu'on détermine par une solution alcaline. Il n'y a pas d'inversion.

La chaux mise en liberté par le traitement barytique se combine avec l'acide sulfureux pour former une sulfite presque insoluble éliminé par filtration.

La potasse et la soude mises en liberté réagissent à leurs tours sur les sels ammoniacaux dont elles chassent l'ammoniaque qui se volatilise à l'épuration ou à la cuite.

La teneur en sel, des sirops et des égouts est fortement diminuée par ce traitement.

D'autre part dans la sulfitation on crée le plus souvent de l'acide sulfurique, si le produit à sulfiter renferme de la baryte, l'acide sulfurique se combine aussitôt et neutralise son action.

La dépense par l'emploi de la baryte s'élève à 0 fr. 10 par tonne de betteraves, soit à 0 fr. 07 par sac de sucre.

Quant au matériel, il faut 4 à 5 chaudières à fond conique, filtre-presse, pompe etc. En un mot il y a épuration saline et organique, en même temps que décoloration.

Du rapport organique, c'est-à-dire de la relation existante entre les matières organiques et les cendres déterminées par la méthode ordinaire a l'acide sulfurique,

Par M. H. Pellet.

Le fabricant de sucres a un grand intérêt à suivre le rapport organique dans ses divers produits afin de se rendre compte si réellement il y a du sucre cristallisable détruit, transformé en produits plus ou moins caramelisés, car dans ce cas le rapport organique augmente.

Si un jus sucré ne subit aucune altération pendant tout le cours de sa mise en œuvre, le rapport $\frac{\text{Matières organiques}}{\text{cendres}}$ devra être sensiblement constant pour tous les produits de la fabrication.

Ordinairement l'analyse des jus et sirops donne pour ce rapport des valeurs variant de 1,70 à 1,90 suivant les années, les fabriques, etc. Cependant, suivant les procédés d'épuration, on peut trouver dans des mélasses un rapport de 2 à 2,2.

Si le rapport reste le même pour la mélasse, il doit être également le même dans les sucres turbinés à l'état de sucres roux, d'où un moyen pour vérifier les analyses de ces sucres, à la condition cependant que le sucre ne contienne ni matière minérale étrangère, ni matière minérale insoluble.

Le dosage des matières organiques suivant la méthode apparente, c'est-à-dire sans doser réellement la substance sèche, et suivant la méthode réelle donne des différences énormes. On emploiera toujours la méthode réelle.

MÉLASSE DE CANNES.

	MÉTHODE apparente.	MÉTHODE réelle.
Brix	91,6	81,6
Eau	8,4	18,4
Sucre cristallisable	35.5	42,0
Réducteurs (dextrose, lévulose, mannose).	17,0	19,0
Cendres sulfuriques totales	12,0	12,0
Matières organiq. (y compris le glucose).	27,1	8,6
	100,0	100,0
Pureté	39	51
Réducteurs p. c. sucre	47	45
Rapport des matières organiques aux sels.	225	71

TRAITEMENT NOUVEAU DES JUS SUCRÉS

Par M. A. BESSON.

M. Besson propose d'additionner les jus déféqués et carbonatés, d'acide oxalique jusqu'à légère acidité, puis d'un métal divisé.

A 40° ou 50° on arrive à une décoloration presque absolue.

Le précipité recueilli est formé surtout d'oxalate de calcium dont on peut régénérer l'acide oxalique facilement. Ce procédé permet la précipitation totale des sels de calcium.

Outre ce traitement chimique M. Besson propose un nouveau système de concentration à marche continue par ruissellement sur une série de plateaux étagés ; le chauffage se fait par circulation méthodique de vapeur ou de gaz chauds (fours à chaux), dans les doubles fonds des plateaux.

M. Besson se demande ensuite pour quelle raison on n'emploierait pas la concentration préliminaire des jus sucrés par le froid, c'est-à-dire par congélation partielle ?

Du jus de betterave déféqué et carbonaté titrant 6° B.

soumis à l'action du froid d'un mélange réfrigérant s'est pris en une bouillie cristalline dont on a pu retirer par compression un liquide titrant 13° B. et une masse de glace titrant 1° B.

Les petites eaux de fusion de la glace rentreraient en fabrication à la diffusion et la séparation de la glace et du liquide pourraient se faire par compression ou par essorage.

Du chauffage et de l'évaporation a effets multiples

Par M. Ed. Saillard.

Principes théoriques. — 1° La température d'ébullition d'un liquide croît avec la pression qui agit sur le liquide.

2° Une solution aqueuse, saline ou sucrée, bout à une température plus élevée que l'eau pure placée dans les mêmes conditions, mais la température de la vapeur est la même dans les deux cas.

3° La chaleur totale de vaporisation d'un liquide comprend :

1° La chaleur d'échauffement pour porter le liquide au point d'ébullition ;

2° La chaleur latente de vaporisation qui transforme le liquide bouillant en vapeur à la même température.

Ce qu'on exprime par la formule :

$$L = 606{,}5 + 0{,}305\,T \text{ ou } T \text{ est la température.}$$

La chaleur latente de vaporisation seule est exprimée par :

$$606{,}5 - 0{,}695\,T.$$

comme on le voit, elle diminue avec la température.

4° Quand une enceinte fermée à température inégale contient de la vapeur, il se produit une distillation de celle-ci, de la partie la plus chaude vers la partie la plus froide.

5° Quand de la vapeur saturante se détend sans être en communication avec son liquide générateur, il se produit aux dépens de sa chaleur latente un certain travail qui provoque une condensation.

Si on admet que les parois de l'enceinte contenant la vapeur sont étanches pour la chaleur, la détente a lieu suivant la loi de Mariotte, c'est-à-dire suivant une hyperbole équilatère, et le travail de détente est exprimé par la formule :

$$\text{Tr.} = 10000\, p_0 V_0 \text{L.} \frac{p_0}{p'},$$

p_0 = pression initiale de la vapeur.
V_0 = volume de la vapeur entrant sous la pression p_0.
p' = pression de la vapeur à la fin de la détente.
L = logarithme Neperien.

Ainsi une détente de 4 atmosphères 5 à 1 atmosphère correspond à un perte de 44 cal 642 par kilogramme de vapeur (Wranken).

6° Quand de la vapeur circule dans une conduite elle subit une perte de charge due à son frottement sur les parois et d'autre part une seconde perte de charge due à la condensation produite par le refroidissement extérieur de la conduite.

Soit l = longueur du tuyau et D son diamètre.
v = vitesse de la vapeur et d sa densité.
g = accélération due à la pesanteur (9,82).
n = pression de la vapeur en atmosphères.
ω = poids de la vapeur condensée par mètre carré et par seconde.
K = coefficient de frottement relatif à la vapeur d'eau.
α = coefficient de dilatation des gaz.
t = température.

$$\text{Perte de charge} = 3 . \frac{4Kl}{D} . d . \frac{v^2}{2g} .$$

$$v = 53.92 \sqrt{\frac{\omega(1+\alpha t)^2}{kn}} .$$

connaissant v on déterminera facilement la valeur de D, c'est-à-dire du diamètre du tuyau pour laquelle la perte de charge est minimum.

7° A la perte du rayonnement s'ajoute la perte par convection due à ce fait que l'air entourant les tuyaux à jus ou à vapeur se renouvelle sans cesse parce qu'il s'échauffe et emporte de la chaleur avec lui.

La totalité de ces pertes s'exprime par la formule de Peclet.

$$M_c = K\,(1 + 0{,}0056t) + K_t'\,(1 + 0{,}0073t) .$$

Ceci posé, soit une sucrerie travaillant dans les conditions suivantes :

On soutire 110 litres de jus par 100 kilogrammes de cossettes.

3 carbonatations : La 1re à 80° ; la 2e à 90°-95° ; la 3e à l'ébullition.

Pour la 1re carbonatation on ajoute 10 pour 100 de lait de chaud à 22° B. et 2 pour 100 pour la 2e.

L'évaporation est poussée à 30° B.

Le sirop est sulfité et filtré entre les deux dernières caisses, puis filtré à nouveau après ébullition au sortir de l'appareil d'évaporation.

La cuite est faite 2/3 avec du sirop vierge et l'autre tiers avec des égouts à 30 pour 100 d'eau, sulfités, chauffés et filtrés.

Le turbinage est précédé d'un malaxage.

Les égouts pauvres non rentrés sont cuits en filets ou en grains sur un pied de cuite d'égouts riches ou de sirop vierge puis malaxés plusieurs jours, enfin turbinés. L'égout obtenu est de la mélasse.

1° ***Vapeur nécessaire aux chauffages.*** — Voici les résultats obtenus par le calcul :

POSTES	VAPEUR NÉCESSAIRE par 100 kilogrammes de betteraves.	
1° Diffusion	8kgr	,50
2° 1re carbonatation	13	»
3° 2e —	5	50
4° 3e —	3	»
5° Chauffage du jus avant entrée au 1er corps	1	60
6° — filtration	1	20
7° Eau à évaporer pour la cuite	14	50
8° Chauffage des égouts à rentrer	1	»
9° Chauffage, cuite et malaxage des égouts non rentrés (dont 0,67 pour la cuite)	1	70
	50kgr	»
Eau à évaporer pour transformer le jus en sirop	100	»
Vapeur pour les clairçages et fuites	5	»

Une variation de 1 litre en plus dans le soutirage représente à peu près une dépense en plus de 1/5 de kilogramme de vapeur.

2° ***Vapeur des machines.*** — Une machine mise en communication avec le ballon d'échappement nécessite 30 à 50 kilogrammes, parfois même plus, de vapeur par cheval-heure, quand elle marche à pleine pression et 12 kilogrammes quand elle marche à détente.

La plus grande partie des pertes est imputable à la condensation ; la totalité des pertes par condensation s'élève d'après Wranken à 17 pour 100 de la vapeur envoyée aux machines.

On compte sur 0 cheval 6 de travail effectif, soit 0,75 de travail indiqué par tonne de betteraves travaillées chaque jour.

RÉSULTATS

	MACHINE à pleine pression.	MACHINE à détente.
	—	—
Vapeur par 100 kgr. .	49,50	19,80 ($22 \times 12 \times 0,75 = 19,80$)
— d'échauffement.	41,08	16,43
Pertes	8,41	3,36

On suppose la journée de 22 heures de travail effectif.

3° ***Vapeur exigée pour l'évaporation proprement dite.*** — On admet que la vapeur d'échappement possède une température de 112°;

Que le jus entre à 75° dans le 1er corps;

Que la vapeur émise par le dernier corps est à 60°;

Que la chute totale de température se répartit également entre les différents corps.

Si on suppose que le jus entre dans le 1er corps à la température d'ébullition de celui-ci et qu'il n'y ait ni perte de charge, ni rayonnement, on peut admettre que:

1 kilogramme de vapeur vaporise 1 kilogramme d'eau en simple effet;

1 kilogramme de vapeur vaporise 2 kilogrammes d'eau en double effet;

1 kilogramme de vapeur vaporise 3 kilogrammes d'eau en triple effet.

On suppose que toutes les machines sont à détente. On désigne sous le nom de « retour de vapeur » les retours de vapeur directe ou de vapeur d'échappement ; sous le nom de « retour de jus » les retours des vapeurs de jus et sous le nom d'excédents l'excédent des retours sur les besoins des générateurs.

A. — *Aucun chauffage n'est fait avec de la vapeur de jus.*

Simple effet.	Vapeur totale dépensée		159^{kgr}	»
	— au condenseur.	100 + 15,2 =	115	»
	Retour de vapeur		150	»
	— de jus		0	»
Double effet.	Vapeur consommée		109	»
	— au condenseur		65	»
	Retour de vapeur		100	»
	— de jus		50	»
	Excédents		41	»
Triple effet.	Vapeur consommée		92	»
	— au condenseur		48	53
	Retour de jus	83,33		
	— de vapeur	56,66	150	»
	Excédents	57,67		
Quadruple effet.	Vapeur consommée		84	»
	— au condenseur		40	2
	Retour de vapeur	75	150	»
	— de jus	75		
	Excédents		66	»

B. — *La diffusion; la 3e carbonatatian, les sirops et jus, les 2/3 des cuites sont chauffés avec de la vapeur directe; les autres postes reçoivent de la vapeur du 1er corps de l'appareil d'évaporation.*

En d'autres termes :

8^{kgr},5 diffusion.
3 kilogrammes 3e carbonatation.
1^{kgr},2 chauffage du sirop avant filtration.
10^{kgr},5 2/3 des cuites.

Soit 23^{kgr},2 provenant des générateurs, le reste 26^{kgr},8 est emprunté au 1er corps. Il reste donc 100 — 26^{kgr},8 = 73,2 à compenser.

	Chauffages directs.				23kgr,2	
	Vapeur à envoyer au 1er corps :					
	Pour chauffages prévus. . . .		26,8	51,2		
	Pour l'évapon restante . .	$\frac{73,2}{3}$	24,4			
	Vapeur d'échappement.			16		
	Reste à fournir.			35,2	35	2
Triple effet.	Vapeur exigée par machine				20	
	Vapeur de clairçages et fuites.				5	
	VAPEUR TOTALE CONSOMMÉE.				83kgr,4	
	Vapeur au condenseur . . . 24,40 + vapeur sortant des cuites.			15,2 =	37	6
	Retour de vapeur.			74,4	150	
	Retour de jus.			75,6		
	Excédents.				66	6

C. — *Tous les postes sont chauffés avec de la vapeur de jus empruntée au 1er corps, muni d'un circulateur ou bien à un Pauly.*

On appelle « Pauly » un circulateur qui reçoit de la vapeur directe détendue ou non détendue. On l'appelle encore vaporisateur. Le 1er corps lui-même est au contraire chauffé avec de la vapeur d'échappement.

On règle la pression dans l'intérieur du Pauly, soit en agissant sur la soupape d'arrivée de vapeur directe, soit en agissant sur celle qui commande l'entrée de la vapeur de jus dans la caisse suivante ou dans les réchauffeurs. L'appareil marche à 106 ou 107°. Mais il y a des Pauly marchant à 1 atmosphère 25, c'est-à-dire à 125°. Il est muni d'une soupape de sûreté ou d'un régulateur de pression. Le jus ne fait que passer dans l'appareil. Quelquefois le Pauly envoie de la vapeur au 1er corps avec le ballon d'échappement. Le Pauly est tantôt simple, tantôt double ; il ressemble alors à un double effet.

Triple-effet.	Vapeur exigée pour les chauffages.	50kgr	
	— pour les machines.	20	
	— par l'évap^on^. . $\frac{50}{3}$ — 16 éch.	0 66	
	— de clairçage et fuites . . .	5	
	VAPEUR TOTALE DÉPENSÉE.	75kgr,66	
	Vapeur au condenseur. 16,66 = 15,2 = 31,86		
	Retour de vapeur. 66,66		150
	Retour du jus 83,33		
	Excédents. 74,33		

M. Saillard envisage ensuite les cas où tous les postes sont chauffés avec de la vapeur de jus, dont les 2/3 (ceux qui demandent les températures les moins élevées) empruntées au 2e corps et le 1/3 au 1er corps.

Enfin le dernier cas où tous les chauffages sont faits avec de la vapeur de jus empruntée à un corps quelconque de l'appareil d'évaporation, sous cette condition que la température de la vapeur sera au moins égale à la température qu'on veut déterminer dans le jus.

Conclusions. — 1° Il est avantageux, au point de vue de la dépense de charbon, de faire le plus de chauffages possible avec de la vapeur de jus, et l'avantage absolu est d'autant plus grand qu'on emploie des vapeurs à numéro plus élevé.

2° A mesure que le nombre des effets augmente ou que les chauffages prennent plus d'eau aux jus, les retours *directs* diminuent, les retours de jus augmentent et à la limite, c'est-à-dire quand la quantité de vapeur qui va au condenseur est infiniment petite, les retours de jus sont formés de toute l'eau prise au jus par évaporation, soit 100 kilogrammes, et les retours *directs* de toute l'eau de condensation provenant des chauffages directs, soit 50 kilogrammes.

3° La quantité de vapeur qui se perd au condenseur, vapeur des cuites exclue, est égale à celle qui est envoyée dans le 1er corps pour suffire à l'évaporatien restant à faire, une fois les chauffages prélevés.

Le meilleur appareil d'évaporation au point de vue théorique est celui qui donne le moins de vapeur au condenseur.

L'industriel doit chercher à soutirer le moins de jus possible par 100 kilogrammes de betteraves, 110 litres est un chiffre à adopter. Il doit aussi surveiller minutieusement la quantité d'eau employée pour le lavage des écumes. Il ne faut pas avoir trop de jus de *dernière saturation.*

Si on se rapporte aux exemples de la pratique on peut dire que pour arriver aux consommations minima de vapeur réalisées jusqu'ici (soit 62 à 63 kilogrammes de vapeur par 100 kilogrammes de betteraves) il suffit de posséder soit un quadruple effet avec circulateur, soit un quadruple effet précédé d'un « Pauly » simple ou double.

M. Saillard exprime avec raison le vœu qu'à l'avenir on exprime en kilogrammes de vapeur les quantités de charbon dépensées.

Action de la chaleur sur le sucre cristallisable contenu dans les jus de betteraves ou de cannes et coloration du jus,

Par M. H. Pellet.

Il est difficile d'étudier l'action de la chaleur sur le sucre lorsque celui-ci se trouve en présence de matières salines ou organiques ; de plus la durée de l'action d'une même température a une grande influence dans les résultats.

M. Pellet a fait des essais : 1° Pour des jus soumis à l'évaporation dans un triple-effet ; 2° Pour des jus soumis à l'évaporation dans un appareil à quadruple, quintuple ou sextuple effet.

I° M. Pellet a pris du jus de betteraves parfaitement sain et épuré, filtré. Ce jus a été évaporé à l'air libre, à feu nu dans des vases en cuivre (85 à 90°) jusqu'à l'obtention d'un sirop à 28-30° B.

L'opération terminée, le sirop a été ramené à la densité initiale du jus et analysé. On trouve ainsi que la *pureté* du jus n'a nullement diminué et que la coloration n'a pas varié. Si le jus est sulfité on constate une diminution dans la coloration pendant l'évaporation. En un mot il n'y a aucune perte de sucre.

II° M. Pellet dans cette seconde partie a soumis des jus à la température de 107°, température de tête dans un quadruple, quintuple ou sextuple effet. Le chauffage se faisait, dans des bouteilles et en autoclave chauffé avec de la vapeur de sucrerie. On voit la coloration augmenter considérablement après 3 heures. Mais la pureté ne diminue pas. — La coloration peut être augmentée jusqu'à trois fois et demie sans que la pureté soit diminuée.

Pour déterminer approximativement la durée de chauffage et de passage du jus dans les appareils à évaporer, M. Pellet se sert des résultats expérimentaux précédents, c'est-à-dire de la variation du pouvoir colorimétrique comparativement à la pureté, cette dernière restant constante.

Pratiquement dans un appareil à marche normale la durée du séjour théorique d'un quadruple effet n'atteint pas une heure. Mais il n'y a rien d'absolu, tout dépend de la circulation, et la moyenne du jus extrait de la 1re caisse peut correspondre à un chauffage de deux ou trois heures.

Rien ne prouve d'ailleurs que s'il n'y a pas eu altération de sucre cristallisable en 1re caisse, c'est-à-dire à 105 à 107 degrés il n'y aura pas altération dans les autres où la température est inférieure il est vrai, mais où la durée de séjour est plus longue. La durée de séjour d'un appareil à évaporer augmentant avec la concentration.

M. Pellet fait remarquer que d'après les faits cités plus haut la chaleur exerce d'abord son action sur les matières organiques étrangères au sucre, puis ensuite le sucre cristallisable est atteint, transformé en sucre inverti d'abord, et ce dernier lui-même subit une transformation et on ne retrouve

plus en sucre cristallisable et sucre inverti le sucre total initial.

M. Pellet a opéré également sur des jus de betteraves et de cannes par évaporation directe puis sur des jus de 2° carbonatation sulfités.

Conclusions. — 1° Les jus sucrés de 2e carbonatation non sulfités se colorent d'autant plus par l'action de la chaleur que la température est plus élevée, et ce pour une même durée.

2° Pour une même température la coloration augmente avec la durée de chauffage.

3° Cette coloration provient surtout de l'action de la chaleur sur les matières organiques autres que le sucre puisqu'on maintient la pureté malgré une forte coloration produite.

4° En prolongeant l'action de la chaleur, le sucre cristallisable lui-même se transforme en sucre inverti, et ce bien avant que l'alcalinité aït disparu complètement.

5° Le sucre inverti, se décompose lui-même sous l'influence de la chaleur et de l'alcalinité restante, ce qui provoque une rapide et considérable augmentation de coloration.

6° Le sucre inverti peut se trouver en proportion sensible dans un jus encore alcalin.

7° Les jus sulfités se colorent moins que les jus non sulfités chauffés dans les mêmes conditions.

8° Les jus sulfités s'altèrent plus rapidement sous l'influence de la chaleur, les jus étant moins alcalins.

9° En pratique quand les jus sont évaporés rapidement ils ne subissent aucune perte de pureté.

10° Il est possible, d'après la pureté du jus depuis l'entrée du jus à l'évaporation jusqu'à la cuite, de savoir s'il y a perte de sucre par transformation pendant la concentration et quelle est l'importance de cette perte.

M. Pellet ajoute relativement à la *coloration du jus* que dans une sucrerie si on arrive à travailler vite et sans perte

de pureté la mélasse normale ne doit pas renfermer de *caramel.* Le caramel possède un pouvoir réducteur vis-à-vis de la liqueur cuivrique variant entre 23 et 27 pour 100, c'est-à-dire 1 de caramel réduit la liqueur cuivrique comme 0,23 à 0,27 de sucre inverti. Lorsqu'une mélasse ne *contient pas de réducteur,* elle ne peut renfermer de caramel.

Enfin on peut suivre la transformation du sucre cristallisable en fabrication, en déterminant dès le début de la fabrication le rapport existant entre les matières organiques et les substances minérales renfermées dans un jus.

Propriétés physiques des jus. — Chaleur spécifique et viscosité. — Leur influence en fabrication

Par M. le Dr Claassen.

1° *Chaleur spécifique.* — D'après Koff et Marignac :

Prix des solutions sucrées *pures*	Chaleurs spécifiques — Koff	Chaleurs spécifiques — Marignac
0	1	1
10	0,93	0,94
20	0,87	0,88
30	0,80	0,83
40	0,74	0,77
50	0,67	0,75
60	0,61	0,65
70	0,54	0,59
80	0,47	0,54
90	0,41	0,48
95	0,37	0,47

La chaleur spécifique des solutions sucrées impures n'a pas été déterminée, on leur applique ces chiffres :

100 k. d'eau portés de 50 à 100°			exigeait	5 000 cal.,	soit	9k,3	de vapeur.
100	de sirop à 60° B	de 50 à 100°	—	3 050	—	5 6	—
100	—	80° B	—	2 350	—	4 4	—

Coefficients de transmission. — Voici les chiffres obtenus pas M. Claassen :

SIROPS				MÉLASSE			
BRIX	COEFFICIENT de transmission	CHALEUR spécifique	VISCOSITÉ	BRIX	COEFFICIENT de transmission	CHALEUR spécifique	VISCOSITÉ
0	31,5	1,00	1,09	0	30,0	1,00	1,00
16,8	30,1	0,88	1,00	10,0	29,4	0,94	1,00
38,8	26,1	0,74	1,08	22,1	28,2	0,85	1,01
52,8	20,4	0,65	1,16	30,6	26,0	0,80	1,02
56,8	18,0	0,63	1,23	39,7	24,1	0,73	1,03
61,3	18,0	0,58	1,28	50,2	20,7	0,67	1,05
61,0	13,0	0,55	1,54	60,8	18,0	0,60	1,20
77,1	8,0	0,49	2,90	69,4	13,3	0,54	1,55

Comme on le voit, à mesure que la concentration augmente la chaleur spécifique diminue et le coefficient de transmission subit une diminution. Pour une solution de sel marin les résultats sont dans le même sens, mais le coefficient de transmission augmente avec la concentration.

2. *Viscosité.* — La viscosité exerce une influence sur la cristallisation du sucre, le turbinage, la filtration et l'évaporation. La viscosité croît avec la concentration des jus et des sirops.

La viscosité en sucrerie est fonction du frottement moléculaire interne, de l'adhésion et de la cohésion.

Des résultats obtenus par M. Claassen on conclut que la viscosité diminue avec l'élévation de température et elle diminue plus qu'elle augmente par la sursaturation de l'égout.

Donc la cristallisation doit être effectuée à température élevée et avec forte saturation de la solution sucrée.

Si on travaille à basse température la sursaturation doit être plus faible.

Pour le *turbinage*, il faut maintenir le produit à turbiner à haute température et chauffer l'égout-mère au point de sursaturation.

Pour la *filtration*, celle-ci dépend de la composition du précipité, mais d'une façon générale on doit filtrer le plus chaud possible.

Dans l'*évaporation* c'est la tension superficielle qui agit surtout. Pour les solutions sucrées on peut dire, en général, que la tension superficielle augmente avec la concentration et la viscosité.

La tension superficielle est plus faible pour les solutions sucrées pures que pour l'eau.

L'adhésion exerce aussi une grande influence sur l'évaporation ; si le liquide bouillant adhère fortement à la paroi, le point d'ébullition s'élève et la chute de température baisse.

C'est ce qui explique comment il se fait que les appareils dont la surface de chauffe est propre n'ont pas plus de puissance que ceux qui sont recouverts intérieurement d'une couche minérale.

De l'emploi du sulfure de baryum en sucrerie

par M. O. Segay.

M. Segay propose de substituer le sulfure de baryum, d'une régénération facile, à la baryte qu'on régénère du carbonate de baryte, mais cette dernière régénération n'est jamais complète.

Si on fait bouillir une solution de sulfure de baryum on a :

$$2BaS + 2H^2O = Ba\begin{matrix}\diagup OH \\ \diagdown OH\end{matrix} + Ba(SH)^2.$$

c'est-à-dire de la baryte hydratée et du sulfhydrate de baryum.

Pratiquement on met un excès de sulfure de baryum de façon à :

1° Former intégralement le sucrate de baryum.

2° Absorber des matières organiques (glucose, raffinose, etc.).

3° Décomposer les sels.

Pour cela on se souviendra que 315 grammes de baryte cristallisée ($BaO9H^2O$) correspondent à 338 grammes de sulfure de baryum BaS.

Procédé Langen. — C'est un procédé de régénération du BaS. On fait passer un courant d'acide carbonique dans les eaux-mères de sulfhydrate ; le carbonate de baryte insoluble se précipite et l'hydrogène sulfuré se dégage, puis on le brûle en le mélangeant avec de l'air de façon à avoir :

$$H^2O + SO^2$$

Cet acide sulfureux est absorbé par le carbonate résiduaire humide; quand il est transformé en sulfite, on le sèche, on le mélange avec du charbon et on le réduit au four à réverbère avec la quantité de sulfate naturel nécessaire pour réparer les pertes. Cette méthode est longue et exige de hautes températures.

Autre méthode. — On décompose, comme dans le procédé Langen, les eaux-mères de sulfhydrate par l'acide carbonique, et on a d'un côté tout le baryum dont on s'est servi à l'état de carbonate et tout le soufre à l'état de H^2S. Le carbonate est séché et introduit dans un appareil d'absorption servant à la transformation en sulfure. Pour cela on fait passer H^2S recueilli sur le carbonate chauffé à 400°.

$$CO^3Ba + H^2S = BaS + CO^2 + H^2O.$$

Il faut éviter d'atteindre le rouge vif, car alors on aurait dissociation de H^2S.

$$C^2O + H^2S = CO + H^2O + S.$$

On a donc le cycle fermé :

$$BaS + H^2O + CO^2 = CO^3 Ba + H^2S, \text{ et}$$
$$CO^3Ba + H^2S = BaS + H^2O + CO^2.$$

Pour réaliser l'absorption de H^2S par le CO^3Ba, on emploiera un appareil de forme quelconque mais ayant une grande surface de contact et une marche méthodique, en sens contraire du gaz et du carbonate.

Avantages. — On voit les avantages sur la baryte caustique ; on opère à une température plus basse que le rouge (pas de fours, pas de hautes températures), il y a peu de pertes.

On peut d'ailleurs les compenser par du BaS neuf obtenu dans l'usine même par réduction de la barytine (sulfate de baryte naturel) par le charbon.

Procédé électrolytique de Charitonenko et A. Baudry. — Application faite a la Sucrerie de Genappe.

Par M. Aulard.

1. *Électrodialyse des jus bruts.* — Le jus de diffusion était additionné d'une petite quantité d'un composé renfermant de l'acide sulfureux pour déplacer les acides organiques de leurs combinaisons avec la potasse et la soude, puis d'une petite quantité de chaux.

Les bacs électrodialyseurs étaient rectangulaires, en bois exclusivement, divisés en compartiments formés par des cloisons en parchemins d'osmose et contenant alternativement le jus à épurer et l'eau destinée à recevoir les impuretés éliminées dans l'électrodialyse.

Des disques métalliques montés sur un axe et animés d'un mouvement lent de rotation se trouvent dans chaque compartiment. Ces disques sont reliés aux pôles d'une dynamo. Il y a une véritable épuration qui se fait et à la sortie des

bacs, les jus ont une pureté de 93 à 95. Alors qu'avec la double ou la triple carbonatation on arrive à 91. Le jus est limpide, d'une coloration un peu verdâtre, qu'on fait d'ailleurs disparaître par l'addition de 0,4 pour 100 de chaux. Le jus est alors envoyé en deuxième carbonatation ; au sortir des filtres-presses il est incolore.

On comptait sur 250 watts par hectolitre de jus travaillé à l'heure. Pour une usine travaillant 500 000 kilogrammes par jour, soit 250 hectolitres de jus à l'heure, il faut une énergie de $250 \times 250 = 62\,500$ watts, soit 100 chevaux-vapeur de 75 kilogrammètres.

2. Électrodialyse des sirops. — Le sirop à la sortie de la troisième caisse du quadruple effet était sulfité de façon à mettre en liberté les acides organiques et à ce qu'il y eût un peu d'acide sulfureux libre, cette sulfitation se faisait à une température ne dépassant pas celle de 40°, puis le sirop était filtré mécaniquement. Le sirop clair se rendait dans les électrodialyseurs, contenant les cathodes, les anodes se trouvant dans les bacs à eau. Il y avait formation d'acide hydrosulfureux.

Le sirop électrolysé était devenu plus pur, plus décoloré et plus fluide. Dans ce cas le travail de l'énergie électrique n'est employé qu'à *transporter* les impuretés acides. Sa puissance mécanique est très minime.

3. Sirops verts de turbinage de la masse cuite 1er jet. — L'opération se fait comme pour les sirops, mais comme ils sont plus colorés, il est nécessaire de leur faire subir l'action d'une plus grande quantité d'acide hydro-sulfureux.

La dépense est de 50 wats par hectolitre et par heure.

Comme on le voit, elle est faible.

Il y aurait avantage à monter les bacs électrolyseurs en tension et non en quantités.

M. Aulard conclut tout à l'avantage de l'épuration électrolytique par le procédé Charitonenko et Baudry. Il montre même les avantages que présente ce dernier sur le procédé Say-Gramme.

ÉTUDE COMPARÉE DES DIFFÉRENTS PROCÉDÉS DE RAFFINAGE.

A. — Raffinage en raffinerie.
B. — Raffinage en sucrerie.

Par M. A. AULARD.

1. Raffinage Steffen. — Le raffinage Steffen est basé sur le lessivage des sucres bruts. Le lessivage des sucres donne : 1° tout le sucre cristallisé qui s'y trouve ; 2° une certaine quantité de sucre provenant des sirops couverts et des claircés que l'on fait passer successivement sur les cristaux de sucre pour les épurer et les enrichir. De la sorte les sucres sont affinés *sans refonte* et on obtient par un simple turbinage des granulés de premier choix.

Voici comment il convient d'opérer : on choisit parmi les cristallisés et les sucres roux ceux qui sont les mieux grainés pour en faire des batteries de choix et qui sont ainsi transformés en granulés de consommation directe ; on classe les sucres en 3 catégories par un blutage à la sortie du granulateur (gros cristaux, cristaux moyens et semoule). Les égouts de cet essorage vont à la chaudière de refonte ou servent de dernier couvert au lessivage. Les sucres lessivés provenant de batteries à cristaux plus fins ou irréguliers, à coloration plus intense, vont à la chaudière de refonte et y sont additionnés des eaux de lavage des formes, des wagonnets, etc. La refonte est faite à 68-69 Brix. La solution sucrée est additionnée soit de lait de chaux à 9-10 Brix, soit de lait de baryte. On porte à l'ébullition (110-112°) puis on passe au filtre Danek, Philippe ou mieux au filtre-presse Fives-Lille.

On refiltre sur noir animal en sablette. Le liquide doit être amené par des réchauffeurs à 95° au moment de la filtration.

A la sortie des filtres à noir les sirops décolorés entièrement ont 99,20 à 99,60 de pureté. On les cuite dans le vide dans des chaudières en cuivre à grande surface de chauffe permettant l'emploi de vapeur à 1 ou 1 1/4 de kilogramme au plus. Les sirops devront passer, avant leur introduction dans la cuite, dans un réchauffeur tubulaire qui les porte à 90/95° Dans les raffineries employant le « Steffen », on utilise 25 à 30 pour 100 de noir en sablette. On proscrit l'usage du sang.

Par le noir on ne perd que $0^{kgr},283$ par 100 kilogrammes de sucre brut. Le noir enlève 14,8 pour 100 des impuretés totales, enfin le noir revient à 1 fr. 50 par tonne de sucre brut.

M. Lacouture de Saint-Quentin construit un four à revivification pour le noir, fort bien disposé. Les pertes en noir y sont réduites à leur minimum.

Arrière-produits. — Les éliminations du Steffen sont ramenées à 52-55 Brix par les eaux de lavage de la dégraisseuse et celles provenant du lavage ayant servi à la filtration des arrière-produits. Cette dissolution a 65 à 66 de pureté, elle renferme toutes les impuretés du sucre mis en œuvre. On ajoute un lait de sucrate de baryte (baryte cristallisée dissoute dans jus sucré) de façon à ajouter $2^{kgr},500$ d'hydrate de baryte par hectolitre. On chauffe lentement dans une chaudière tubulaire à grande surface de chauffe, jusqu'à l'ébullition ; on passe au filtre-presse garni de tissu en coton avec une pression de 7 à $8/10^{e}$. Le liquide filtré est refiltré sur noir et de là il s'écoule dans des cuves en bois où on lui ajoute 30 pour 100 d'acide phosphorique ou de superphosphate de noir animal, ou bien encore de l'acide sulfureux gazeux ; on passe de nouveau au filtre-presse. On élimine ainsi 29 pour 100 d'impuretés. On fait un pied de cuite avec des sirops

verts et on alimente ensuite avec les sirops épurés. M. Aulard recommande l'appareil à cuire tubulaire de Lentze construit par la Nederlandsche fabrick van Werktuigen, à Amsterdam.

2. Raffinage par turbinage. — M. Aulard, après avoir conclu tout en faveur du procédé Steffen, étudie les différents types de turbines utilisées en raffinerie.

1. *Turbine Adant* (Mollet-Fontaine, constructeur).

Le tambour rotatif de la turbine constitue le moule direct de la masse cuite qui doit former le chargement et transformer ensuite cette masse cuite refroidie en plaquettes. Le panier de la turbine est mobile et démontable ; il est transporté soit à l'emplissage, soit au séchoir pour être démoulé.

Cette turbine en 22 heures de travail produit 18 500 kilogrammes de raffiné à 99,80.

Chaque turbine renferme 36 moules à 750 francs chacun. Chaque moule renferme environ 475 kilogrammes de masse cuite donnant 340 kilogrammes de raffiné, tout en ne nécessitant que 75 à 80 litres de claircc.

Par 100 kilogrammes de masse cuite le rendement est de 71 kilogrammes de sucre sec, donnant 58 à 59 kilogrammes de sciés et rangés, 5 à 6 de non rangés et irréguliers, et 5 à 6 de poudre de scié.

Les frais de fabrication de la cuite jusqu'à la mise à l'étuve des plaquettes est de 23 centimes par 100 kilogrammes de plaquettes.

2. *Turbine Hubner* (Fives-Lille, constructeur).

Son principe est la réfrigération de la masse cuite de raffiné, en malaxeur refrigérant, avec addition de sirop couvert, turbinage de la masse refroidie et soudage des cristaux en turbine à cloisons mobiles, au moyen de claircés saturées au degré de température élevée qu'elles exigent.

La masse cuite fluidifiée par addition de 8 à 10 pour 100 d'égout d'un turbinage précédent est refroidie lentement à

40-45°, puis distribuée dans la turbine en marche à 350-400 tours, dès que la turbine est chargée on embraye à 1 000 tours et on turbine 5 minutes. On procède alors au clairçage quand l'essorage est terminé; pour cette phase on ralentit la vitesse de la turbine à 500 tours.

La commande électrique s'impose pour ce genre de turbine.

Cette turbine consomme 175 centimètres cubes de clairce fine à 38° B et à 94° par 100 kilogrammes de raffiné et la turbine Adant 320 centimètres cubes. Après le clairçage on embraye de nouveau à 1 000 tours et on laisse turbiner 15 à 20 minutes. A l'arrêt, le sucre contient 0,70 pour 100 d'eau.

Le rendement de cette tubine est de 68 pour 100.

Pour 100 kilogrammes de masse cuite avec un rendement de 68 pour 100, on obtient :

Sucre rangé en boîte.	85,00	57,80
Sucre non rangé.	5,00	3,40
Poudre de scié.	7,50	5,10
Déchets ou sciage.	1,50	1,02
Autres déchets et pertes.	1,00	0,68

La turbine Hubner peut produire en 22 heures de travail 36 à 38 opérations soit 4 250 kilogrammes de raffiné, soit 3 610 kilogrammes de sucre rangé. Soit 0 fr. 26 par 100 kilogrammes de sucre monté à l'étuve.

La raffinerie Sommier, de Paris, a adopté la turbine Hubner, tandis que la raffinerie Say a adopté la turbine Adant.

3. *Turbine Schroeder* (Fives-Lille, constructeur).

Cette turbine s'inspire de la turbine Hubner, mais emprunte à la turbine Adant son panier démontable, mais ce dernier, contrairement à ce qui se fait dans la turbine Adant, ne *sert pas de moule*. On coule la masse cuite refrigérée en turbine comme dans le procédé Hubner. On gagne ainsi beaucoup de temps et une turbine Schroeder en 22 heures a produit 9 000 kilogrammes de raffiné, plus du double que la turbine Hubner.

Sucre en pains. — Le sucre en pains n'est pas encore mort malgré les 42 à 45 pour 100 de son poids de déchet qu'il donne au sciage.

Ainsi par 100 kilogrammes de sucre sortant de l'étuve on obtient :

Rangés en boîte.	57	à 58 p. 100	contre 85 p. 100 avec les plaquettes.
Irréguliers . .	11	12	—
Gros déchets. .	6	7	—
Débris. . . .	2	2,5	—
Plamotage. . .	5	6	—
Poudre. . . .	14	15	—
Déchets, pertes.	0,5	1	—

Cependant, dans un travail soigné, le pain égoutté, d'après M. Aulard, mis à la sucette après les opérations connues du raffinage, strinquage, clairçage, plamotage, etc., représente 76 à 77 pour 100 du poids de la masse cuite, tandis que les turbines donnent au plus 71 pour 100. Mais c'est au sciage que se produisent les déchets.

Lessivage des sucres raffinés par le procédé Steffen ou Nutchage. — Steffen coule sa masse de raffiné *refrigérée*, dans de grandes formes ou nutches. Il lui fait subir l'égouttage en vert et le clairçage méthodique. Il essore sa masse claircée dans des turbines, puis il la comprime à l'aide de compresseurs, celui de M. Pzillas de Brieg, par exemple, et il obtient ainsi de sa masse cuite non plus 43 et 58 pour 100 de sucre scié et rangé, mais 73 pour 100. Après un étuvage à 50° durant 6 à 8 heures, les lingots sont passés à la machine à couper *Pzillas*.

Le compresseur Pzillas permet de faire des plaquettes de 282 × 150 × 18 d'un très bel aspect.

Comme constructeur de compresseuses, scieuces, coupeuses, etc., ont peut citer également la Cie Fives-Lille et Borssatt, de Paris.

Conclusions. — M. Aulard conclut en disant que la suppression des *pains* ne peut tarder. Il se montre favorable au

raffinage en sucrerie étant donné qu'à l'heure qu'il est on peut faire une installation peu coûteuse avec la garantie de l'obtention de la totalité du sucre contenu dans la betterave à moins de 1 pour 100 de perte totale, en employant, il va sans dire, un procédé d'extraction du sucre des mélasses, séparation Steffen modifiée par Backer et Bettany, ou par Baermann.

Le supplément de frais qu'entraînerait le raffinage en fabrique serait de 3 francs à 3 fr. 25 par tonne de betteraves, et le prix de revient total pour extraire tout le sucre raffiné, dans une sucrerie-raffinerie, serait de 10 francs par tonne.

Le contrôle chimique des sucreries

Par M. Sachs.

M. Sachs prend pour base du contrôle chimique non le poids et la richesse moyenne des betteraves à cause de la difficulté de déterminer ces deux chiffres exactement, mais le *volume* et la *richesse moyenne* du jus de diffusion mesuré dans des vases munis d'un trop-plein (1).

Au lieu de prendre également le poids et la richesse de la masse cuite, 1er jet, on prend le poids et la richesse du sucre 1er jet et de la masse cuite 2e jet, ce qui reproduit indirectement la constitution de la masse cuite 1er jet pure.

Il doit exister une relation presque constante entre les matières organiques et les matières inorganiques des 2 produits (masses cuites 1er et 2e jets).

Sur le pouvoir rotatoire du saccharose

Par M. H. Pellat.

M. Pellat a trouvé que la masse de sucre pur dissoute de façon qu'à 20° la dissolution occupe exactement 100 centi-

(1) Bacs mesureurs à déversement. — Ils sont employés en Belgique.

mètres cubes et que placée dans un tube de 20 centimètres elle donne à 20° une rotation de 21°,67 pour la raie D du sodium était $= 16^{gr},287$.

On a adopté le poids normal de $16^{gr},29$.

M. Pellat a étudié également la variation du pouvoir rotatoire des solutions sucrées, avec la température.

Si dans un tube saccharimétrique en verre on a trouvé une rotation ρ pour une température t peu éloignée de 20°, la rotation ρ_{20}, qu'on aurait eue si la température avait été de 20° serait égale à :

$$\rho_{20} = \rho\,[1 + 0{,}00036\,(t - 20)]$$

Corrections des lectures polarimétriques suivant les variations de température

Par M. H. Wiley.

Avec le saccharimètre Laurent, qui est le plus répandu en France, M. Wiley donne la règle suivante :

Soit t la température d'observation au moment de la polarisation. On fait la différence $t - 15$ ou $15 - t$; on multiplie cette différence par 0,0215 et on ajoute le produit à la polarisation trouvée quand la température est au-dessus de 15° et on soustrait quand la température est au-dessous.

Procédés d'analyses rapides pour le contrôle de l'inversion en sucrerie de cannes

Par M. Ventre-Pacha.

Ce qu'il importe de connaître en sucrerie de cannes, ce ne sont pas les quantités absolues de glucose ou d'inverti et de saccharose, renfermées dans un poids ou un volume donné de liquide sucré, mais surtout le rapport $\frac{i}{s}$ de l'inverti au sucre cristallisable (coefficient glucosique).

Soit un volume donné de liquide sucré, renfermant s de sucre cristallisable et i inverti. Un même volume de liquide sucré après inversion sulfurique ou chlorhydrique, donnera I d'inverti total et on a : $I = i + \frac{s}{0.95} = i + 1.053s$; soient V' et V'' les volumes de liqueur cuivrique nécessaire pour déceler les quantités i et I de réducteurs, on a :

$$\frac{V''}{V'} = \frac{I}{i} = \frac{i + 1.053.s}{i} \text{ d'ou } \frac{i}{s} = \frac{1.053}{\frac{V''}{V'} - 1}$$

Ceci étant procédons par deux différences.

Employons un même volume de la liqueur cuivrique en excès, puis achevons la réaction à l'aide d'un réactif spécial très sensible.

Soit V le volume de réactif spécial préalablement essayé pour le volume donné de liqueur cuivrique en excès, sans mélange de liquide sucré, v_1, celui employé après addition d'un certain volume de liquide sucré où préexiste l'inverti i, v_2 celui employé après addition du liquide sucré préalablement soumis à l'inversion chlorhydrique ou sulfurique, ces deux derniers liquides étant amenés à la même dilution.

Soit pour fixer les idées, 50 centimètres cubes chacun des deux volumes primitifs (vesou de canne) l'un devenu 200 centimètres cubes après simple défécation et addition d'eau sans inversion pratiquée, l'autre devenu 200 centimètre cubes aussi, mais après défécation inversion opérée à l'acide, etc., décoloration si nécessaire et addition d'eau.

Si on vient alors à diluer ce dernier liquide sucré seul, dans le rapport de 1 à 2 volumes pour la facilité des lectures comparatives, on peut écrire :

$$\frac{\frac{I}{n}}{i} = \frac{\frac{i + 1.053s}{n}}{i} = \frac{V - V_2}{V - V_1}.$$

V_2 désignant un volume, trouvé nécessairement plus grand que V_1 d'où :

$$\frac{i}{s} = \frac{1\,053}{\left(\frac{V - V_2}{V - V_1}\right) n - 1},$$

Cette formule est applicable au procédé de contrôle de l'inversion par différences.

Dans le procédé *direct* on aurait :

$$\frac{i}{s} = \frac{1\,053}{\frac{v''}{V'} \times n - 1} = \frac{1\,053}{\frac{v''}{V'} \times n - 1},$$

Le volume trouvé v'' de liqueur à dépenser étant 2 fois plus petit que V'' pour une dilution 2 fois plus grande du liquide sucré soumis à l'inversion.

Si on opère par pesée de l'oxydule de cuivre on aura :

$$\frac{i}{V} = \frac{1\,053}{\frac{p''}{P'} \times n - 1}.$$

Toutes ces formules représentent des hyperboles équilatères.

Pour les jus de cannes on aura des valeurs de $\frac{i}{s}$ variant entre 0,06 et 0,02.

L'une quelconque des formules citées plus haut peut être écrite :

$$K = \frac{1\,053}{\rho n - 1}.$$

$K =$ coefficient glucosique $\frac{i}{s}$.

$\rho =$ rapport des volumes ou différences de volumes des

réactifs employés aux analyses, ou un rapport du poids, suivant l'un des procédés indiqués ci-dessus.

$$n = \frac{1\,053 + K}{K\rho},$$

Faisons varier K de 0,06 à 0,02, le rapport ρ étant voisin de l'unité, on a :

$$\rho = 1, \qquad n = \frac{1\,053}{K} + 1,$$

d'où n correspondant compris entre 20 et 50.

Alors c'est dire qu'on peut admettre $n = 20$ au début de la campagne, $n = 30$ en pleine roulaison avec des vesoux primitifs de 1.069 à 1.072 de densité $n = 40$ ou $n = 50$ à la fin de la campagne.

Réactifs. — Liqueur cuivrique hydrocarbonatée :

20 grammes sulfate de cuivre cristallisé en solution dans 70 centimètres cubes d'eau ; cette solution sera versée dans une solution, en bain-marie bouillant, de 400 grammes de bicarbonate de potasse et 700 centimètres cubes d'eau. On complète à un litre à froid et on filtre. La fin de l'opération est contrôlée par une goutte de prussiate jaune acidifiée par de l'acide acétique sur une assiette de porcelaine.

C'est à cette liqueur que M. Ventre-Pacha donne la préférence.

Nous ne décrirons donc pas les autres.

Sur une nouvelle méthode de dosage des sucres réducteurs : du sucre inverti ou de ses constituants seuls ou en présence du sucre cristallisable

Par M. Pellet.

En général pour doser le sucre inverti et ses constituants on adopte le procédé par les liqueurs cuivriques et on opère

soit par décoloration, soit par précipitation de l'oxyde de cuivre. Cet oxyde est pesé, soit sous forme de cuivre après réduction par l'hydrogène, soit sous forme d'oxydule de cuivre, soit enfin sous forme de bioxyde de cuivre noir par calcination de l'oxydule rouge dans une atmosphère oxydante.

Mais pour opérer la réduction de la liqueur cuivrique par les *sucres réducteurs* il faut opérer à chaud (chauffage par ébullition directe à feu nu pendant 2 minutes, chauffage au bain-marie à 105° durant 2 minutes, etc.). Les résultats varient suivant les conditions expérimentales et suivant aussi qu'il y a du sucre cristallisable en présence.

M. Pellet a constaté qu'en chauffant à 85°-87° au bain-marie pendant une minute à partir du moment où la température du liquide a atteint 85° à 87°, la réduction était complète. Cette réduction est même complète à 75° à 77°.

Dans les mêmes conditions le sucre cristallisable pur à la dose de 5 grammes n'exerce aucune action sensible sur la liqueur cuivrique et donne à peine 1 à 3 milligrammes d'oxydule de cuivre. Enfin si on prolonge, même à 85°-87°, l'action de la température, le sucre cristallisable réagit sur la liqueur cuivrique d'une façon continue.

Voici comment M. Pellet opère :

On prend 25 centimètres cubes de liqueur cuivrique dont 10 centimètres cubes = 0,05 de sucre inverti.

On ajoute 5, 10, 15 ou 20 centimètres cubes de liqueur titrée de sucre inverti (10 centimètres cubes = 0,05) et on complète toujours à 50 centimètres cubes.

Mettre au bain-marie le temps voulu en agitant, filtrer, laver le filtre à l'eau bouillante, calciner et peser le bioxyde de cuivre noir. Maintenant, quelle est la quantité d'oxyde noir de cuivre précipitée pour une partie de sucre réducteur, dans ces conditions ?

On sait que, suivant que l'on chauffe plus ou moins fort et plus ou moins longtemps, en présence ou non de sucre cris-

tallisable, un poids de 100 milligrammes d'oxydule de cuivre correspond à des quantités très variables de sucre réducteur. Avec notre principe ces variations n'existent pas.

On sait aussi que moins il y a de cuivre précipité plus faible est le coefficient par lequel il faut multiplier le poids du cuivre trouvé pour calculer le sucre réducteur.

Lorsque le poids d'oxyde noir atteindra 100 à 150 et 200 milligrammes le coefficient de passage sera de 0,44 ou 0,45.

Il restera de 0,453 à 0,460, de 200 jusqu'aux poids de 3 à 400 milligrammes.

Pour de très faibles quantités de réducteurs on prendra 0,40 à 0,42.

Tout ceci ne s'applique qu'au dosage du sucre inverti ou de ses constituants, dextrose et lévulose.

M. Pellet recueille le précipité d'oxydule de cuivre par centrifugation (appareil Sourdat).

Sur la cristallisation en mouvement

Par M. P. Horsin-Déon.

La formule empirique de la pureté étant $y = \frac{100x}{A+x}$ on voit que si on développe on obtient la formule :

$$100x - xy - Ay = o$$

qui est celle d'une hyperbole équilatère dont + 100 et — A sont les asymptotes. C'est la courbe de désucrage.

M. Horsin-Déon rappelle que dans un appareil de cristallisation en mouvement le refroidissement doit suivre, d'après ses calculs, une courbe parabolique, ce qui amène à conclure que le désucrage est proportionnel à la racine carrée du temps :

$$x - x' = f. \sqrt{t}.$$

M. Horsin-Déon recherche ensuite dans quel cas il peut y

avoir sursaturation. Dans la majorité des cas les mélasses obtenues dans des conditions normales ne peuvent être sursaturées, ou bien la sursaturation est faible, et la sursaturation provient d'un mauvais travail.

Soit une mélasse, *s* le sucre, *c* les cendres, *o* les matières organiques.

La pureté est : $\frac{100s}{s+c+o}$ (1), son quotient salin $\frac{s}{c}$ et son rapport organique $\frac{o}{c}$.

Peut-on avoir une mélasse à 54 de pureté ? on aurait alors :

$$(1) \qquad \frac{100\,S}{S+C+O} = 54,$$

peut-on avoir en même temps 3,75 de quotient salin pour cette mélasse ?

$$\frac{S}{C} = 3{,}75.$$

M. Pellet ayant démontré que le rapport $\frac{o}{c}$ variait de 1,8 à 2,2 suivant les betteraves, prenons $\frac{o}{c} = 1{,}8$, c'est-à-dire toutes les données minima.

On a :

on a : $\begin{matrix} S = C \times 3{,}75 \\ O = C \times 1{,}8 \end{matrix}$ remplaçant dans (1)

$$\frac{C\,(100 \times 3{,}75)}{C\,(3{,}75 + 1 + 1{,}8)} = 54,$$

donc à ces valeurs de pureté, quotient salin, et rapport organique sont incompatibles. Si on pose $\frac{s}{c} = x$ on trouve que pour une pureté de 54 le quotient salin devrait être de 4.144, le quotient organique $\frac{o}{c}$ étant égal à 1,8.

Si au contraire nous posons $\frac{o}{c} = x$ tout étant le même, nous trouvons $\frac{o}{c} = 2.194$.

Enfin si on prend la pureté comme inconnue, on lui trouve une valeur de 67.25 pour 3.75 de quotient salin.

Sur la disparition de l'alcalinité des jus pendant l'évaporation et la cuite

Par K. Andrlik

M. Andrlik résume son travail de la façon suivante :

1° Les jus carbonatés ne peuvent point conserver leur alcalinité aussitôt que le facteur des bases minérales fixes servant à la neutralisation des acides amidés devient inférieur à 3,3, parce que ces bases ne suffisent alors plus à neutraliser des acides en question ;

2° Dans les jus mentionnés il peut se produire tout au plus une alcalinité temporaire (due à l'ammoniaque) laquelle disparaît ou bien complètement ou bien en moyenne partie au cours de l'évaporation ;

3° Pour les masses cuites provenant des jus à alcalinité temporaire le rapport, entre les bases minérales non volatiles, fixées aux acides organiques insolubles dans l'éther, et l'azote des acides amidés, ne s'élève qu'à 2,3. Il n'atteint même pas ce chiffre pour les masses cuites acides, enfin pour les masses cuites normales le rapport est de 3,8.

Dosage exact des réducteurs par la liqueur cupro-potassique dans les produits sucrés de la canne

Par M. Zamaron.

M. Zamaron fait remarquer avec raison que dans le dosage des réducteurs on ne doit employer ni sous-acétate

de plomb ni acétate neutre pour décolorer les produits sucrés de la canne, car ces deux corps précipitent des quantités variables de réducteurs selon la nature des produits.

Voici comment on opère : on fait une solution au cinquième, c'est-à-dire 20 grammes de matière dans 100 centimètres cubes d'eau. Avant de compléter les 100 centimètres cubes, ajouter de l'alumine hydratée. Sur la solution filtrée on dosera les réducteurs par la liqueur cupro-potassique.

Les résultats ainsi obtenus sont plus élevés que lorsqu'on emploie le sous-acétate de plomb.

Les différences les plus sensibles se trouvent dans les produits pauvres comme les égouts de turbine.

Sulfitation rationnelle des jus sucrés

Par M. F. Dupont.

M. Dupont critique d'abord certains procédés de sulfitation. Généralement on fait agir l'acide sulfureux gazeux soit sur le jus, soit sur les sirops contenant une assez forte alcalinité due à la chaux qu'ils tiennent en dissolution ; on arrête la réaction lorsque le liquide est devenu neutre ou ne possède plus qu'une faible alcalinité.

Quand la sulfitation se fait sur les sirops, si ceux-ci ne sont pas assez alcalins, on leur ajoute, avant de les sulfiter, une certaine quantité de lait de chaux, ou bien de la soude et du carbonate de soude. Or dans ces conditions, si l'alcalinité est due à la chaux, la sulfitation forme du sulfite de chaux qui est loin d'être insoluble dans un liquide neutre ou légèrement alcalin, surtout en présence du sucre. Il se produit aussi du sulfate de chaux d'une solubilité relativement grande (2 grammes par litre). On introduit donc des sels de chaux dans les jus et sirops et on ne produit aucune épuration.

Avec un travail conduit de cette façon si le rendement en

premier jet est abondant, les rendements des bas produits seront forcément moindres.

De plus avec ce travail on a des incrustations de sels de chaux dans les appareils à évaporer et sur les serpentins de l'appareil à cuire.

Dans le cas où l'alcalinité nécessaire à la sulfitation est produite par l'addition de soude, la sulfitation n'apporte aucune épuration, car tout le sulfite de soude produit reste intégralement dissous dans les jus et sirops. Le coefficient salin s'abaisse, le rendement final est diminué.

La sulfitation ainsi pratiquée ne produit ni une épuration organique, ni une épuration minérale.

Sulfitation barytique. — M. Dupont substitue la baryte à la chaux se basant sur ce que le sulfite de baryum est totalement insoluble.

Avec ce procédé, la pureté des jus est augmentée, une partie des sels de chaux se trouve éliminée, le quotient salin est également augmenté.

De plus la baryte précipite une certaine quantité de matières organiques.

M. Dupont préfère sulfiter les jus que les sirops, la décoloration étant plus complète.

On ajoute $0^{gr},300$ à $0^{gr},660$ de baryte par litre dans les chaudières de deuxième carbonatation aussitôt après l'arrêt du courant de gaz carbonique.

Après passage aux filtres-presses on opère la sulfitation sur le jus clair en ayant soin de l'arrêter quand toute la baryte a été précipitée.

On doit conduire la 2e carbonatation de façon à éliminer toute la chaux libre et à ne pas carbonater les alcalis naturels.

Quand les jus contiennent des sels de chaux, il est bon d'ajouter la baryte en deux fois : d'abord une petite quantité, juste suffisante pour décomposer la majeure partie de ces sels ; on sature ensuite par l'acide carbonique pour pré-

cipiter la chaux mise en liberté, puis on ajoute enfin la quantité de baryte nécessaire pour la sulfitation que l'on pratique comme nous l'avons dit précédemment.

Il y a toujours avantage à éliminer les sels de chaux par la baryte et non par le carbonate de soude, puisque la chaux est précipitée, sans être remplacée par une autre base, et les acides organiques et autres combinés à la chaux sont également éliminés en grande partie, à l'état d'organates barytiques insolubles.

La sulfitation des sirops ne devrait être faite que comme complément de la sulfitation des jus.

Si on ne sulfite que les sirops, l'addition de baryte y produira, avant toute sulfitation, un précipité plus ou moins abondant de sulfite et d'organates barytiques, qu'il est bon d'éliminer par filtration, avant de sulfiter. Dans ce cas on emploie 0^{gr},800 à 1^{gr},800 par litre.

Pour les usines qui rentrent des égouts de masse cuite premier jet, le mieux est de les baryter et de les introduire dans le jus au sortir des filtres-presses pour les sulfiter ensuite.

Il y a d'ailleurs toujours avantage à baryter les égouts que l'on rentre dans le travail à la 2e carbonatation, lors même que l'on ne sulfite pas ; parce que l'on produit sur ces égouts une épuration organique et minérale que la carbonatation seule ne réalise pas.

Sulfitation barytique en sucrerie de canne. — Quand la première défécation à la chaux est terminée, on ajoute dans la chaudière même, avant de décanter, 1 kilogramme de baryte par 10 hectolitres de jus ; on porte à l'ébullition une seconde fois, puis on laisse décanter. Le jus clair est reçu dans des clarificateurs où il est soumis à la sulfitation jusqu'à neutralité ; on filtre et on envoie à la concentration.

NOTES DIVERSES

I. — TRANSPORTEUR HYDRAULIQUE.

Claassen a établi que pour une *quantité fixe* de betteraves il faut une quantité d'eau d'autant plus grande au transporteur hydraulique *que la section des rigoles* est plus grande et la pente plus faible.

Ainsi une différence de pente de 2 à 3 millimètres joue ainsi un grand rôle sur le débit du transporteur.

Claassen recommande une pente de 8 à 10 millimètres dans les parties droites et 10 à 12 millimètres dans les courbes, tandis que Heinze préfère 10 à 12 dans les parties droites et 13 à 15 dans les courbes.

Ce dernier évalue à 3 *hectolitres par minute* la quantité d'eau nécessaire pour un travail de 50 tonnes par jour.

Formule donnant les dimensions des rigoles. Soit :

b la largeur des rigoles ;

Q la quantité d'eau en litres par minute à faire écouler ;

R la quantité de betteraves à travailler par 24 heures en tonnes.

On a :

$$b^2 = \frac{Q}{400} \text{ en décimètres} = \frac{R}{66,5},$$

Le fond de la rigole doit être à section circulaire ; son diamètre est b et la hauteur de la rigole : $h = 2\,b$.

Les parois doivent être verticales mais avoir un fruit tel que la largeur à la partie supérieure soit égale :

$$b + 100 \text{ millimètres},$$

Le fond de la rigole peut se construire avec des demi-tuyaux d'argile *émaillée* placés sur un fond de béton. On diminue ainsi la résistance au frottement.

Si on choisit une pente différente de celle donnée plus haut, il faudra faire varier la quantité d'eau à employer; pour une pente de 8 millimètres elle sera :

$$8\frac{\sqrt{10}}{\sqrt{8}} = 8\frac{3,16}{2,82} = 9 \text{ fois la quantité de betteraves.}$$

Si la pente est 15, l'eau ne sera plus que:

$$8\frac{\sqrt{10}}{\sqrt{15}} = 8\frac{3,16}{3,87} = 6,5 \text{ fois.}$$

Ainsi si on travaille 300 tonnes par jour, on aura:

$$b^2 = \frac{300}{66,5} = 4,51 \qquad b = \sqrt{4,51} = 212 \text{ décimètres,}$$

soit en chiffres ronds 220 millimètres, d'où $h = 2b = 440$ millimètres.

Pour 10 millimètres de pente :

$$Q = 300 \times 6 = \mathbf{1\,800} \text{ litres par minute.}$$

Pour 8 millimètres de pente :

$$Q = \frac{\sqrt{10}}{\sqrt{8}} \times 1800 = \mathbf{2020} \text{ litres par minute.}$$

Comme vitesse on choisira 2 mètres à $2^m,50$ par seconde.

L'alimentation sera donnée en ce cas par un tuyau ayant une section variable suivant le travail par 24 heures :

Pour	300 tonnes. . .	diamètre :	125 à	150	millimètres.
—	600 — . . .	—	175	200	—
—	900 — . . .	—	225	250	—
—	1 200 — . . .	—	275		—

II. — DIFFUSION.

On a proposé de faire la diffusion avec de l'*eau chaude ammoniacale*. — Ce procédé imaginé par M. Bosse n'augmente pas la pureté du jus, mais les jus renferment un peu plus de cendres par suite de l'action de l'alcali sur les matières fixes.

Afin d'éviter l'altération du jus on recommande de neutraliser par l'acide fluorhydrique, ce qui évite la fermentation.

D'autres auteurs ont préconisé l'emploi des combinaisons fluorées en diffusion. On a reconnu que 30 grammes par hectolitre de fluorure d'aluminium n'empêchent pas l'inversion du sucre, tandis que 15 grammes de fluorure d'ammonium donnaient de meilleurs résultats. Ce dernier est donc plus actif quoique moins soluble dans les jus.

On emploiera donc le *fluorure d'ammonium* à raison de 10 à 15 grammes par hectolitre de jus soutiré. Le sel est ajouté aux cossettes fraîches lorsqu'on ne peut arrêter la fermentation dans la batterie. Mais on devra cesser l'emploi de ce produit dès qu'on le pourra car il coûte cher.

Scheermeesler a proposé de traiter les cossettes par l'*acide sulfureux* pour faciliter la pression. En outre le jus des cossettes est plus léger par suite de la coagulation des matières albuminoïdes. L'acide sulfureux s'ajoute soit gazeux, soit liquide, dans le dernier diffuseur, ou bien on peut encore faire tomber les pulpes à presser dans une auge où circule de l'eau chargée de SO^2.

Travail à chaud. — Müller préconise le *travail à chaud*. Pour de l'eau ayant une température de 45° à 50°, voici quels seraient les avantages :

1° Soutirage de 10 pour 100 de jus en moins et par suite économie correspondante de vapeur à l'évaporation ;

2° Économie de vapeur à la diffusion pour le chauffage.

Les soupapes des calorisateurs doivent à peine être ouvertes pour obtenir la température nécessaire;

3° Augmentation du travail des presses à cossettes de 15 à 20 pour 100;

4° Augmentation de la quantité de matières sèches dans les pulpes 12,5 à 15 pour 100. Par suite les usines qui font la dessiccation des pulpes réalisent une économie de 15 kilogrammes par 100 kilogrammes en combustible.

5° La puissance de l'appareil à dessécher les pulpes est augmentée en conséquence, en raison de la température initiale plus élevée de la pulpe.

Limite de l'épuisement des pulpes.

Karlson a reconnu que les derniers jus diminuent le rendement en sucre, parce qu'ils renferment beaucoup de non-sucre qui est mélassigène.

La limite de l'épuisement serait d'après cet auteur de 0,6 pour 100 de sucre dans les cossettes, ce qui nous semble très exagéré.

Coloration des jus de diffusion.

La coloration foncée que prennent les jus de diffusion serait attribuée à l'acide dioxyphénylacélique produit par l'action d'une enzyme contenue dans le jus de betterave, la tyrosinase de Bertrand, sur les corps albuminoïdes également contenus dans le jus, avec production de tyrosine. Cet acide n'a pas été isolé.

III. — DISSOLUTION DE LA CHAUX.

On a prétendu que la dissolution de la chaux dans le jus provoquait la décomposition d'une partie du sucre.

Stolle a reconnu que les solutions sucrées comprises entre 0,1 et 20 pour 100 de richesse saccharine ne subissent aucune altération de leur sucre, décelée par une élévation de température.

La coloration jaune qui se produit est attribuée à la solubilisation de combinaisons ferriques.

Plusieurs auteurs, entre autres Tollens, ont remarqué que même à 100° il ne se produit pas de raffinose par l'extinction de la chaux dans le jus.

L'extinction de la *strontiane* à une température plus élevée, 125 à 128°, en vase clos, produit une coloration brun jaune, mais sans formation de raffinose.

On peut donc conclure que la raffinose de la mélasse provient entièrement de la betterave.

Le sucre chauffé *longtemps*, à 125 ou 128°, avec de la strontiane, se modifie, il y a coloration et production d'acide lactique.

IV. — ÉCUME.

1. Andrlik a isolé des écumes plusieurs *acides organiques*.

Entre autres : « l'*acide oxalique*, l'*acide citrique* et l'*acide tricarballylique*.

L'acide *citrique* existe à raison de 0,16 à 1,21 pour 100 d'écumes sèches de 1re carbonatation, soit environ 0,70 pour 100 en moyenne.

Le troisième acide a été trouvé déjà dans les incrustations de l'appareil d'évaporation.

Quant à l'*acide oxalique* il existerait, suivant le même auteur, dans les écumes entre les limites de 1,07 à 2,56 ; soit en moyenne 1,98 pour 100 d'écumes sèches de 1re carbonatation.

Ce même auteur a trouvé que tout l'acide oxalique des jus de diffusion passait dans les écumes.

L'acide oxalique disparaît peu à peu pendant la conservation des écumes en tas.

2. *Lavages des écumes.* — M. Gredinger a marqué un procédé intéressant pour laver les tourteaux avec le *minimum d'eau*.

L'eau de lavage d'un filtre-presse est divisée en quatre parties. La première eau qui sort va au lait de chaux et les parties suivantes vont au lavage d'une seconde presse et à chaque presse on fait avancer d'une unité l'eau employée. Si par exemple pour un filtre de grandeur moyenne on a employé 4 kilogrammes d'eau, le premier hectolitre recueilli sert à la chaux. Les trois autres hectolitres serviront dans l'ordre inverse du coulage au lavage d'une autre presse, qu'on achèvera par un hectolitre d'eau pure. On n'emploiera plus ainsi qu'un hectolitre d'eau au lieu de quatre.

V. — ÉVAPORATION ET CRISTALLISATION.

I. *Disparition de l'alcalinité pendant l'évaporation.* — M. Andrlik explique ce fait ainsi :

1e Les jus ne peuvent rester *alcalins constamment pendant l'évaporation* lorsque le rapport entre les bases organiques non volatiles, qui servent à former les acides amidés, à l'azote de ces acides, est inférieur à 3,3 ; parce que alors ces bases ne suffisent pas pour la formation de ces acides amidés.

2° Dans ces jus il ne peut se former qu'une alcalinité due à l'ammoniaque, qui, pendant l'évaporation disparaît totalement ou en plus grande partie.

3° La preuve de ces faits est donnée par les analyses du jus de diffusion et des masses cuites de deux campagnes où les masses-cuites avaient une alcalinité décroissante.

II. *Calcul de la composition des sirops à différents états de saturation, pour diverses températures* (Claassen).

Soit q la pureté d'un sirop.

t la température à laquelle sa saturation doit être calculée ;

Soit l_t la solubilité à $t°$ du sucre dans l'eau pure, ramenée à une partie d'eau ;

Soit c le coefficient de saturation du sirop de pureté q

(c'est-à-dire le nombre qui indique quelle quantité de sucre pour une partie d'eau est dissoute en plus dans le sirop saturé que dans la solution d'eau pure pour la même température).

Pour 100 parties de matières sèches, ce sirop renferme 9 parties de sucre. Pour 9 parties de sucre il devrait y avoir dans la solution pure qui doit être saturée à 1° :

$$\frac{l_t}{q} \text{ parties d'eau,}$$

Mais pour le sirop le nombre l_t doit encore être multiplié par le coefficient de saturation, c'est-à-dire par c, de sorte que pour 9 parties de sucre correspondant à 100 parties de matières sèches, il faut ajouter $\frac{9}{l_t c}$ parties d'eau, pour obtenir un sirop saturé à $t°$.

Par l'addition d'eau à la matière sèche le poids augmente de $100 + \frac{9}{l_t c}$ et la teneure en eau W du sirop exprimée en centièmes est $$W = \frac{q}{l_t c + 0{,}019},$$
le sucre S pour 100 est $S = q(100 - W)$.

Si le sirop au lieu d'être saturé doit être sursaturé, le coefficient de saturation c peut être de nouveau introduit dans la formule, en la multipliant par c et on a :

$$W = \frac{q}{l_t c^2 + 0{,}019}.$$

Voici les valeurs trouvées pour c par Claassen, expérimentalement.

75 à 80	$c =$ 1,0 environ.
70 75	1 à 1,05
67 70	1,05 1,01
65 67	1,01 1,15
60 65	1,15 1,20
65	1,3

Exemple. — On veut déterminer la teneur en eau d'un sirop à 65 de pureté, qui doit être sursaturé à 80° avec un coefficient de saturation $= 1,3$.

Dans la table de Herzfeld on trouve $l_{80} = 3,62$.

Si on prend $c = 1,15$ on a

$$W = \frac{65}{3,62 \times 1,15 \times 1,3 + 0,01 \times 65} = 10,7 \text{ pour } 100,$$

$$S = (100 - 10,7)65 \qquad = 58,05 \quad -$$

VI. — SELS DE CHAUX.

Voici d'après Bresler dans quelles conditions ils se forment :

L'*action de la chaux* sur les sels organiques alcalins contenus dans le jus produit des alcalis libres et des sels de chaux organiques qui se transforment par l'action de l'acide carbonique en carbonates alcalins, puis en sels acides amidés alcalins et carbonate de chaux.

La précipitation des sels de chaux s'obtient presque complètement quand la teneur en alcalis est au moins équivalente à celle de la teneur en chaux.

L'eau destinée au travail peut également introduire des sels de chaux sous forme de sulfate.

Stolle a fait des essais sur la solubilité du sulfate de chaux dans les liquides sucrés suivant la température.

Cette solubilité décroît avec la température pour l'eau pure. Stolle a observé que la solubilité diminuerait avec la teneur en sulfate de chaux pour une température donnée.

La solubilité diminue également avec l'élévation de température pour une teneur fixe en sucre dans la solution.

Quant au *sulfite de chaux,* sa solubilité augmente avec la température et avec la richesse en sucre.

Andrlick et plusieurs auteurs ont trouvé que les *deux tiers* des acides contenus dans les jus bruts sont précipités à la défécation ; sur ces deux tiers, un tiers appartient à l'acide

oxalique, précipitable complètement ou presque complètement. L'oxalate de chaux est en effet un peu plus soluble dans les jus sucrés *chauds* que froids.

Weisberg a constaté la présence d'oxalate de chaux dans les incrustations de triple-effet et d'après lui les écumes contiendraient 0,29 pour 100 d'acide oxalique.

Andrlick estime qu'une alcalinité du jus de $1^{gr},23$ par litre suffit pour ne pas déceler de trace d'acide oxalique. Si l'alcalinité est plus faible que $0^{gr},28$ pour 100, on trouve $0^{gr},4$ d'acide oxalique par litre de jus. L'acide oxalique n'apparaît donc, dans les jus et sirops, que si l'alcalinité à la première carbonatation a *été au-dessous de la normale*.

LÉGISLATION DU TRAVAIL INDUSTRIEL

PRESCRIPTIONS PRINCIPALES DE L'ASSOCIATION DES INDUSTRIELS DE FRANCE CONTRE LES ACCIDENTS DU TRAVAIL DANS L'INDUSTRIE.

ENGINS.

Glissement des échelles. — *Les échelles* employées seront agencées suivant la nature du sol et le point d'appui supérieur de manière, autant que possible, qu'elles soient empêchées de glisser.

Les échelles seront maintenues en bon état, les barreaux seront examinés, etc.

Dans les ateliers il faut que les échelles soient munies de pointes en bas ou de crampons en haut, suivant la nature du sol.

ÉQUIPEMENT DES OUVRIERS AU TRAVAIL.

Les vêtements serrés à la taille sont de rigueur partout où l'expérience a montré qu'ils sont nécessaires.

Les soigneurs de pièces en mouvement devront porter des vêtements étroits.

Les ouvriers chargés de l'entretien et de la surveillance des transmissions devront porter des vestes boutonnées à

manches serrées, ne jamais mettre de tabliers ni de cravates flottantes.

Pour changer de vêtement les ouvriers doivent se rendre à un endroit spécialement aménagé à cet effet dans l'atelier, et éloigné de la zone dangereuse des organes en mouvement (machines, outils, transmissions, etc.).

Les ouvrières titulaires de machines outils, de même que les ouvriers, ne devront pas porter de tabliers flottants, ou des foulards flottants, ou des nattes de cheveux flottantes.

Les ouvrières ne devront pas se coiffer pendant le travail.

Moteurs.

I. *Protection des pièces travaillantes.* — Les volants, roues dentées, bielles, manivelles, tiges de piston, etc., seront munis de dispositifs convenables, pourvu que le travail le permette.

Les tiges de piston passant par le plateau arrière du cylindre des machines horizontales (Ex. pompe à air humide) seront entourées d'une douille protectrice en métal.

Si les boules des régulateurs sont placées de manière à constituer un danger pour le mécanicien, il faut les entourer d'un cercle de protection ou d'une toile en fil métallique en forme d'hémisphère, ouverte en haut.

A côté des poignées ou leviers on mettra une instruction relative aux signaux à donner ou à recevoir.

II. *Signaux du local des moteurs.* — Le local des moteurs sera muni d'un signal ou d'un système de signaux annonçant aux ouvriers des ateliers desservis par les moteurs le commencement et la fin du mouvement des transmissions.

III. *Signaux pour les transmissions.* — Lorsque la force motrice est distribuée dans plusieurs locaux, il faut que tous les ateliers dans lesquels on en fait usage soient reliés au local du moteur par un système de signaux permettant de

commander promptement l'arrêt au mécanicien. Après chaque arrêt donner un signal perceptible dans tous les ateliers.

IV. *Signaux pour moteurs et transmissions.* — La mise en marche et l'arrêt du moteur doivent être annoncés par un signal convenable et sonore (sifflet, sirène, cloche) dans tous les locaux renfermant des transmissions qui dépendent des moteurs.

De même il faut prendre les dispositions nécessaires pour que des différents points où passe la transmission on puisse donner le signal pour arrêter les moteurs le plus promptement possible.

V. *Débrayages, pour transmissions, par arbres.* — Le principal renvoi de chaque transmission doit, autant que possible, être muni d'un appareil de débrayage (poulie folle ou manchon de débrayage instantané).

VI. *Signaux ou débrayages pour locaux de moteurs et ateliers.* — La mise en marche et l'arrêt des moteurs doivent, autant que possible, être annoncés à chaque étage où se trouvent des machines-outils reliées aux machines motrices par des signaux convenables et intelligibles.

Transmissions et engrenages.

I. *Protection des parties travaillantes des transmissions par arbres.* — Toutes les parties travaillantes des transmissions et machines, qui sont placées de façon que les ouvriers, pendant leur travail ou en circulant, puissent les approcher, doivent, à moins qu'elles ne servent directement d'instrument de travail, et que leur manipulation ou observation continuelle ne soit pas nécessaire pendant le travail, être entourées de dispositifs de protection.

II. *Protection des pièces de transmission.* — Les pièces de transmission (volants, engrenages, courroies principales, cordes, etc.,) situées à portée du mécanicien dans l'exercice

de ses fonctions habituelles, seront entourées d'appareils de protection (rampe ayant dans le bas une tôle de 15 millimètres de hauteur, pour que le pied ne passe pas, gaines, grillages, etc.).

III. *Excavation dans le local des machines.* — Les fosses pour volants, roues, et autres excavations avoisinant les moteurs doivent être munies de clôtures supprimant tout danger pour les ouvriers qui y travaillent ou y circulent.

IV. *Mise en marche et arrêt des machines à volants.* — La mise en marche du volant doit être, autant que possible, effectuée mécaniquement.

Si la machine à vapeur est un peu grande et que la « mise au point de départ » soit opérée en faisant tourner le volant, par un ou plusieurs ouvriers, il faut que pendant ce temps la soupape d'admission de la vapeur reste fermée, et que les robinets de purge soient ouverts.

Le mécanicien ne devra mettre sa machine en route qu'après s'être assuré que les ouvriers se sont écartés des abords du moteur.

V. *Graissage et nettoyage de la machine.* — Les pièces travaillantes des moteurs (telles que bielles, tourillons de manivelles, crosses) doivent être pourvus de graisseurs automatiques.

Le *graissage* des moteurs n'est permis pendant la marche que s'il est pris des dispositions garantissant l'ouvrier contre les accidents.

Le *nettoyage* et les *réparations* ne doivent avoir lieu que pendant l'arrêt.

PRESCRIPTIONS COMMUNES, RELATIVES AUX CHAUDIÈRES A VAPEUR, MOTEURS ET TRANSMISSIONS.

I. *Communication par signaux entre le local des machines et celui des chaudières.* — Lorsque les machines et les chaudières se trouvent dans deux locaux distincts, ou lorsque des

moteurs éloignés l'un de l'autre travaillent ensemble, il faut qu'il existe un appareil permettant aux ouvriers chargés de leur conduite de s'entendre entre eux.

Il faut notamment, pourvu que le service ne subisse pas de perturbation de ce fait :

a) Munir de boîtes ou rigoles robustes les courroies de transmission se trouvant à portée des ouvriers jusqu'à une hauteur de 1m,50 au-dessus, et de gaines robustes les arbres de transmission se trouvant dans les mêmes conditions.

b) Placer les transmissions par câbles assez hauts pour que personne ne puisse être blessé par leurs mouvements.

c) Entourer convenablement les volants et les poulies à courroies placées bas, qui se trouvent à portée des ouvriers.

d) Entourer les engrenages dentés.

II. *Arbres moteurs verticaux, courroies et cordes continues.* — Les arbres verticaux ainsi que les courroies et cordes passant d'un étage à l'autre doivent être entourés d'un revêtement de 1m,50 de hauteur fixé au plancher.

Les courroies et cordes passant d'un étage à l'autre doivent, à l'endroit où elles émergent du plancher, être entourées d'une caisse d'au moins 1m,50 de hauteur fixée au plancher. Les courroies passant au-dessus du plancher sont recouvertes de caisses protectrices.

III. *Parties saillantes des transmissions par arbres.* — Les têtes de vis, écrous et clavettes en saillie qui relient les arbres de transmission avec d'autres éléments de la machine (notamment les accouplements, les cercles de retenue, les poulies, les roues) sont interdites.

Quand on ne peut les supprimer il faut les munir d'une enveloppe convenable.

IV. *Zone dangereuse sous les courroies et cordes.* — Les courroies de transmission de plus de 15 centimètres de largeur et les câbles de plus de 500 mètres à la minute, qui passent au-dessus des voies de circulation ou des places d'ouvriers, doivent, si à la suite de leur rupture les per-



sonnes qui se trouvent au-dessous pourraient être atteintes, être protégées en dessous par de fortes planches, échelles ou barres de fer.

V. *Embrayage et débrayage des courroies.* — Il est interdit *rigoureusement* de procéder à la *main* à l'embrayage ou au débrayage des courroies pendant la marche.

VI. *Raccommodage et raccourcissement des courroies et cordes.* — Il est rigoureusement interdit de coudre, lier et réparer les courroies pendant qu'elles se trouvent posées sur les arbres ou les poulies.

VII. *Courroies et cordes débrayées.* — Il faut accrocher les courroies débrayées très loin ou du moins de façon qu'elles ne viennent pas en contact avec les parties travaillantes de transmissions.

VIII. *Graisseurs automatiques.* — Tous les paliers doivent être munis de graisseurs automatiques.

IX. *Graissage des paliers supérieurs.* — On établira des tréteaux spéciaux pour le graissage des transmissions lourdes et d'un accès difficile.

X. *Graissage des pièces de transmission.* — Lorsque les transmissions ne peuvent être munies de graisseurs automatiques il ne faut en opérer le graissage que pendant l'arrêt.

Pendant la marche des arbres de transmission il ne faut effectuer le graissage que d'un endroit sûr, en cas de nécessité urgente, et sur l'ordre du contremaître.

XI. *Nettoyage et réparation des arbres de transmission.* — Le nettoyage et l'époussetage des arbres de transmission et des poulies pour cordes ou courroies qui sont calées sur ces arbres ne peut se faire pendant la marche que :

a) du sol ou

b) de trétaux solidemeut montés, mais dans les deux cas au moyen d'outils convenables (plumeaux, brosses, crochets, etc.) munis d'un manche de longueur suffisante.

Il est rigoureusement interdit de nettoyer les transmissions

en marche à la main, au moyen de déchets de laine ou de chiffons (étoupes).

Tous les travaux à faire aux transmissions, tels que nettoyage et graissage des arbres, paliers, poulies et courroies, ainsi que la jonction, la couture et la mise en place des courroies, ne doivent être effectuées que par les personnes spécialement désignées pour ces travaux.

Il est rigoureusement interdit aux ouvrières et aux jeunes apprenties de s'occuper de ces travaux.

12. *Réparation, nettoyage et graissage des machines-outils.* — Il est interdit de nettoyer ou réparer les machines et transmissions en marche.

En procédant aux réparations, etc., il faut veiller à ce que les machines et transmissions, arrêtées dans ce but, ne puissent, par un hasard, se mettre en mouvement.

13. *Machine à meuler et à roder.* — Les meules, plateaux et tambours des machines à meuler et à roder doivent, autant que cela est compatible avec les travaux à effectuer, être munies de capotes de protection suffisamment robustes.

Les plateaux en bois doivent se composer d'au moins deux morceaux dont chacun est formé de plusieurs segments et qui sont collés ensemble à joints chevauchants.

Grues et engins de levage.

1. *Engins de levage à manivelle.* — Il faut que les engins de levage actionnés à l'aide d'une manivelle soient munis d'un encliquetage, à moins qu'ils ne s'arrêtent d'eux-mêmes.

Si la descente de la charge se fait par gravité il faut monter un frein d'un fonctionnement sûr. Il faut, s'il existe deux mouvements, monter un loquet empêchant l'embrayage spontané du mouvement rapide.

Il faut couvrir la partie engrenante de roues dentées.

2. *Inscription de la puissance. — Visite périodique des*

engins de levage. — Il faut soumettre à une revision *au moins annuelle* tous les engins de levage et les cordes, sangles et chaînes servant au transport ou au levage des fardeaux.

Prescriptions d'exécution.

Affichage. — Dans chaque établissement industriel toutes les prescriptions pour la sécurité du travail doivent être affichées à un endroit facilement visible.

Prescriptions spéciales pour certaines industries.

Groupe de l'industrie métallurgique.

Meules en grès. — Les meules en grès (meules d'affûtage, etc.) ne doivent pas dépasser une vitesse circonférencielle de 13 mètres par seconde, ce qui donne pour différents diamètres les nombres de tours suivants :

Diamètres. . .	1m,50	1m,80	2m,00	2m,20	2m,50.
Nombre de tours.	165	138	122	113	100.

Meules artificielles. — Pour rester dans les limites convenables de sécurité nous estimons qu'il est prudent de ne pas dépasser les vitesses suivantes à la circonférence :

Meules à base d'oxychlorure. . .	18m,80	par seconde.
— de gomme laque. .	26	—
— de caoutchouc . .	26	—
Meules tanites	26	—
Meules à base d'huile de lin . .	26	—

Instructions de l'Association des industriels de France contre les accidents du travail, concernant les sucreries.

Art. Ier. — Le surveillant chargé de la réception des

betteraves s'efforcera d'éviter les encombrements. Les voitures vides devront quitter immédiatement les chantiers. Lorsqu'on sera dans l'obligation de dételer les animaux d'attelage, ils devront être attachés à des endroits spéciaux. Les conducteurs ne doivent pas quitter leurs voitures.

ART. II. — Chaque fois qu'un ouvrier débraye une machine il doit fixer le débrayage à demeure.

ART. III. — Il est expressément défendu de visiter et de nettoyer pendant la marche les élévateurs et entraîneurs à betteraves ou à cossettes, ou leurs commandes, ainsi que les presses à cossettes.

ART. IV. — Il est expressément défendu de descendre dans les laveurs sans que leurs débrayages aient été calés à demeure et sans qu'un second ouvrier ou un surveillant soit placé près desdits débrayages.

ART. V. — En cas d'arrêt de la diffusion, le chef de batterie devra purger fréquemment les diffuseurs pour éviter l'accumulation des gaz.

ART. VI. — Il est défendu de s'introduire dans les chaudières de carbonatation sans s'être préalablement assuré que les robinets ou les soupapes à gaz ou à vapeur ferment bien hermétiquement et sans la surveillance d'un second ouvrier.

ART. VII. — Il est formellement interdit d'approcher une lumière d'un appareil à évaporer, sans s'être assuré que les caisses ont été énergiquement ventilées après nettoyage.

ART. VIII. — Il est défendu aux ouvriers étrangers au service du four à chaux de séjourner autour de ce four et de monter sur le haut.

ART. IX. — Il est interdit aux ouvriers employés au service du four à chaux de se reposer en haut du four, les gaz qui s'en dégagent pouvant les asphyxier ou les étourdir.

ART. X. — Il est défendu aux ouvriers de se pencher au-dessus des bacs, garde-corps et barrières de protection.

ART. XI. — Il est expressément défendu aux ouvriers de descendre soit dans les puits, citernes et fosses des machines,

soit dans les puisards, notamment dans ceux qui avoisinent les cloches à gaz d'éclairage, sans être munis d'une ceinture à laquelle sera fixée une corde. Un ou plusieurs autres ouvriers tiendront la corde tendue à l'orifice du puits, afin de pouvoir secourir le premier en cas de besoin.

Art. XII. — Il est interdit d'enlever les traverses des tampons des cornues à gaz d'éclairage, avant d'avoir allumé le gaz qui s'échappe par la fissure du joint, préalablement desserré.

Art. XIII. — Il est formellement interdit à tout ouvrier circulant en travaillant dans le voisinage immédiat des cloches à gaz d'éclairage et de leurs dépendances, de se servir de lumière tenue à la main.

Art. XIV. — Il est interdit aux ouvriers autres que ceux qui sont préposés à la surveillance et à la conduite des appareils ci-après :

1° D'entrer dans la salle des générateurs à vapeur et dans celle des épurateurs à gaz d'éclairage.

2° Dans l'atelier des turbines.

Art. XV. — Lorsqu'il existera des citernes dans les salles d'emplis, l'entrée de ces salles sera interdite aux ouvriers étrangers à leur service.

Les contremaîtres et surveillants devront veiller à ce que les orifices de ces citernes soient toujours fermés par leurs portes ou tampons.

Même recommandation pour les puits, puisards ou autres, dont les entrées sont à niveau du sol.

Recommandations. — Il est recommandé aux ouvriers :

1° De ne pas porter des vêtements flottants et de ne pas changer de vêtements à côté des machines en mouvement.

2° De signaler à leurs contremaîtres et directeurs toute disposition vicieuse ou détérioration qui serait de nature à provoquer un accident.

Cette recommandation pourra être placardée à tous les postes de l'usine.

RÉGLEMENTATION GÉNÉRALE DU TRAVAIL DANS L'INDUSTRIE, EN FRANCE.

Principales lois et principaux décrets.

Le travail dans l'industrie est soumis à certaines lois qui assurent la sécurité et l'hygiène des travailleurs.

La surveillance de l'application de ces lois et décrets est confiée aux « *Inspecteurs du travail* » qui se trouvent placés dans chaque département.

1° *Heures de travail dans les usines.* — La journée de *l'ouvrier adulte,* c'est-à-dire ayant plus de 18 ans ne peut excéder 12 *heures* de travail effectif (1).

Pour les *femmes, filles mineures et enfants* à partir du 30 mai 1900, le travail ne pourra excéder 11 *heures* de travail effectif.

Deux ans après la promulgation de cette loi, c'est-à-dire à partir de 1902, la durée du travail effectif sera portée à 10 heures et demie, enfin après une nouvelle période de 2 ans elle sera abaissée à 10 *heures*.

Toutefois les usines et établissements qui emploient des *hommes adultes en même temps que des femmes, filles ou enfants* devront se soumettre à cette dernière loi.

Le temps de repos est défalqué de la durée totale du travail pour déterminer le travail effectif.

2° *Travail des femmes et des enfants.* — *Les enfants* ne peuvent être employés dans les usines ou ateliers, chantiers,

---

(1) Les industriels qui contreviendront à ces lois seront frappés d'une amende variant de 5 francs à 100 francs. Les contraventions donneront lieu à autant d'amendes qu'il y a d'ouvriers indûment employés. L'amende totale ne pourra excéder 1 000 francs.

etc., et leurs dépendances avant l'âge de 13 *ans révolus*. Les enfants munis du certificat d'études primaires peuvent être employés à partir de 12 *ans* à la condition cependant de présenter un certificat d'aptitude physique.

Les enfants des 2 sexes de *moins de* 16 *ans* ne peuvent être employés à un travail effectif de plus de 10 *heures* par jour. De 16 *à* 18 *ans* à un travail effectif de plus de 60 heures par semaine, sans que le travail journalier puisse excéder 11 *heures*.

Les heures de travail seront coupées par un ou plusieurs repos dont la durée totale sera au moins de 1 heure.

Les enfants âgés de moins de 18 ans, les filles et les femmes ne peuvent être employés la *nuit* dans les usines, c'est-à-dire de 9 heures du soir à 5 heures du matin. Toutefois, le travail sera autorisé de *4 heures du matin à* 10 *heures du soir* quand il sera réparti entre 2 postes d'ouvriers ne travaillant pas plus de 9 heures chacun.

Pour les femmes et les filles âgées de plus de 18 ans et pour certaines industries on pourra accorder la faculté de prolonger le travail jusqu'à 11 heures du soir à certaines époques de l'année, pendant une durée totale de 60 jours au maximum (sauf exceptions réglées par des règlements d'administration publique et par les inspecteurs du travail). Les femmes et les enfants âgés de moins de 18 *ans* auront au moins un jour de repos par semaine.

Dans les usines à *feu continu* où des femmes majeures et des enfants du sexe masculin sont employés la *nuit,* le travail effectif ne peut dépasser 10 *heures* par 24 heures, de plus les travaux tolérés pour ces travailleurs sont dans les sucreries : laver, peser, trier la betterave, manœuvrer les robinets à jus et à eau, surveiller les filtres, aider aux batteries de diffusion, coudre des toiles, laver des appareils et des ateliers, travailler le sucre en tablettes.

Lorsque les femmes majeures et les enfants sont employés la nuit dans les usines qui y sont autorisées, leur travail doit

être coupé par des intervalles de repos représentant un temps total de 2 *heures* au moins.

Il est interdit de préposer des enfants au-dessous de 16 ans au service des robinets à vapeur (chaudières, alimenteurs, etc., etc.

Au-dessous de 18 ans les enfants et ouvrières ne peuvent porter que les fardeaux d'un poids inférieur aux suivants :

Garçons. .	Au-dessous de 14 ans. . .	10 kilogrammes.
	— de 14 à 18 ans.	15 —
Ouvrières.	Au-dessous de 16 ans. . .	5 kilogrammes.
	— de 16 à 18 ans.	10 —

Pour les *wagonnets circulant* sur voie ferrée la limite supérieure de charge est :

1. *Wagonnets sur voie.*	*Garçons.* . .	Au-dessous de 14 ans. . .	300k.
		— de 14 à 18 ans.	500k.
	Ouvrières.	Au-dessous de 16 ans. . .	150k.
		— de 16 à 18 ans.	300k.
2. *Brouettes.* . . .	*Garçons* de 14 à 18 ans,		40 kilogrammes.
3. *Voitures à bras.*	*Garçons* de 14 à 18 ans,		130 kilogrammes.

Les maires sont tenus de délivrer *gratuitement* aux père, mère, tuteur ou patron un *livret* sur lequel sont portés les noms, prénoms des enfants des deux sexes, âgés de moins de 18 ans, la date, le lieu de leur naissance, enfin leur domicile.

Si l'enfant a moins de 13 *ans*, le livret mentionnera s'il est muni d'un certificat d'études primaires.

Les patrons pourront exiger un certificat d'aptitude physique.

Les chefs d'industrie, ou leurs préposés inscriront sur le livret, la date de l'entrée et celle de la sortie de l'usine. Ils devront en outre tenir un registre sur lequel seront mentionnées ces indications et qui sera présenté à l'inspecteur du travail sur sa demande.

Ces diverses lois sont soumises à des exceptions parmi lesquelles nous citerons celle relative à la sucrerie et à la raffinerie qui autorise les usines où se fabriquent et où se raffinent les sucres à prolonger la durée du travail effectif de 2 *heures*.

Il en est de même des usines de produits chimiques.

3. *Hygiène et sécurité des travailleurs*. — Les usines doivent être tenues dans un état constant de propreté, convenablement éclairées et ventilées.

Tous les organes pouvant offrir une cause de danger seront séparés des ouvriers de telle manière que l'approche n'en soit possible que pour les besoins du service.

Les puits, trappes et ouvertures de descente doivent être clôturés.

Le sol et les murs des usines et ateliers seront lavés aussi souvent qu'il sera nécessaire pour les maintenir en état de propreté.

Les locaux affectés au travail ne seront jamais encombrés, le cube d'air par ouvrier ne pourra être inférieur à 6 *mètres cubes*. Ils seront aérés.

Les poussières et les gaz incommodes seront évacués au dehors.

Les poussières déterminées par les meules, broyeurs, etc., seront évacuées au moyen de ventilateurs installés dans ce but.

Les passages entre les machines, mécanismes, machines outils, etc., auront au moins une largeur de 80 centimètres.

Les échafaudages seront munis de garde-corps de 90 centimètres de hauteur.

Les monte-charges, ascenseurs, élévateurs seront guidés et disposés de manière que la voie de la cage du monte-charge et des contrepoids soit fermée.

Les pièces saillantes mobiles et autres parties dangereuses des machines seront munies de « protecteurs » (gaines, cheneaux, tambours, couvre-engrenages, garde-mains, grillages).

La mise en train des machines et l'arrêt devront toujours être précédés d'un signal convenu.

Les récipients pour l'huile ou le pétrole seront placés dans un local séparé et jamais au voisinage des escaliers.

Les machines dynamos seront isolées électriquement. Elles ne seront jamais placées dans un atelier où des corps inflammables se trouvent.

Les conducteurs intérieurs seront écartés des murs, hors de la portée de la main et convenablement isolés.

Les ouvriers et ouvrières qui ont à se tenir près des machines doivent porter des vêtements ajustés et non flottants.

Les contremaîtres ou chefs d'atelier, etc., auront à leur portée le moyen de demander l'arrêt des moteurs.

En cas de réparation d'un organe mécanique quelconque, son arrêt devra être assuré par un calage convenable de l'embrayage ou du volant : il en sera de même pour les opérations de nettoyage qui exigent l'arrêt des organes mécaniques.

Tout accident ayant occasionné une blessure à un ou plusieurs ouvriers sera l'objet d'une déclaration par le chef d'industrie ou son préposé, dans les 48 heures.

Elle contiendra le nom et l'adresse des témoins de l'accident. On y joindra un certificat du médecin indiquant l'état du blessé, la gravité de la blessure, etc.

Sont seuls considérés comme accidents, ceux qui entraînent une incapacité de travail de 3 *jours au moins*.

Les dispositions des lois réglementant le travail seront affichés dans les usines avec les adresses des inspecteurs du travail, de la circonscription.

Les heures où commencera et où finira le travail, les heures et la durée des repos, etc., seront également affichées et un *duplicata* sera envoyé à l'Inspecteur, un autre déposé à la mairie.

TABLES

FACTEURS POUR LES CALCULS D'ANALYSES

RENSEIGNEMENTS DIVERS

TABLES

I. — *Solubilité du sucre dans l'eau aux diverses températures (tables de Flourens et de Herzfeld).*

TEMPÉRATURES EN DEGRÉS centigrades	SUCRE POUR 100		DEGRÉ BAUMÉ (FLOURENS)		DENSITÉ GAY-LUSSAC (FLOURENS)	
	FLOURENS	HERZFELD	à la temp^re observée	à 15 degrés centigr.	à la temp^re observée	à 15 degrés centigr.
0	64,70	64,18	35,30	34,60	132,35	131,50
5	65,00	64,87	35,35	34,90	132,43	131,90
10	65,50	65,58	35,45	35,20	132,55	132,25
15	66,00	66,33	35,50	35,50	132,60	132,60
20	66,50	67,09	35,60	35,75	132,75	132,90
25	67,20	67,89	35,80	36,25	133,00	133,55
30	68,00	68,70	36,00	36,70	133,25	134,05
35	68,80	69,55	36,20	37,10	133,50	134,60
40	69,75	70,42	36,40	37,50	133,75	135,10
45	70,80	71,32	36,75	38,10	134,10	135,90
50	71,80	72,25	37,10	38,70	134,60	136,60
55	72,80	73,20	37,50	39,30	135,10	137,40
60	74,00	74,18	37,90	39,90	135,60	138,20
65	75,00	75,18	38,30	40,55	136,15	139,10
70	76,10	76,22	38,60	41,10	136,50	139,80
75	77,20	77,27	39,00	41,70	137,00	140,60
80	78,35	78,36	39,30	42,20	137,40	141,30
85	79,50	79,46	39,65	42,80	137,90	142,20
90	80,60	80,61	39,95	43,30	138,20	142,90
95	81,60	81,77	40,10	43,70	138,50	143,40
100	82,59	82,97	40,30	44,10	138,75	144,00

II. — *Températures d'ébullition des solutions sucrées pures et impures (Frentzel).*

DEGRÉS BALLING (1)	TEMPÉRATURES D'ÉBULLITION A 760 MILLIMÈTRES DE PRESSION			DENSITÉS CORRESPONDANTES à 17°,5 c.	DEGRÉS BAUMÉ correspondants à 17°,5 c.
	solutions de sucre pur	jus et sirop	bas produits		
10	100,1	100,2	100,3	1,040	5,7
20	100,3	100,4	100,6	1,083	11,3
30	100,6	100,8	101,1	1,130	16,8
40	101,1	101,4	101,7	1,179	22,3
45	101,4	101,8	102,2	1,206	25,0
50	101,9	102,2	102,7	1,233	27,7
55	102,4	102,8	103,4	1,261	30,4
60	103,1	103,5	104,2	1,290	33,0
65	103,9	104,4	105,3	1,320	35,6
70	105,3	105,8	106,8	1,351	38,1
75	107,4	»	108,5	1,383	40,6
80	110,3	»	»	1,416	43,1
85	114,5	»	»	1,450	45,5

(1) Le degré Balling, qu'on appelle encore degré Brix ou simplement Brix, indique la proportion de sucre dissous dans 100^gr *de la solution sucrée*, celle-ci étant à 17°,5 c.

III. — ***Table de corrections à faire subir à la densité apparente suivant la température.***

TEMPÉRATURE	A RETRANCHER	TEMPÉRATURE	A AJOUTER
0	0,20	+ 16	0,02
+ 1	0,19	17	0,05
2	0,18	18	0,07
3	0,17	19	0,10
4	0,16	20	0,12
5	0,15	21	0,15
6	0,14	22	0,17
7	0,13	23	0,20
8	0,12	24	0,22
9	0,11	25	0,25
10	0,10	26	0,28
11	0,09	27	0,31
12	0,07	28	0,34
13	0,05	29	0,37
14	0,02	30	0,40
15	0,00	31	0,43
		32	0,46
		33	0,49
		34	0,52
		35	0,55
		36	0,60
		37	0,64
		38	0,67
		39	0,70
		40	0,74

Usage de la Table. — Supposons qu'on ait lu sur le densimètre **7,5**, ce qui correspond à 15 degrés centigrades, à une densité de 1,075; et sur le thermomètre 22 degrés centigrades. — On cherchera 22 dans la colonne des températures et on verra qu'il faut ajouter 0,17. — La densité réelle à 15 degrés centigrades sera donc

$$7,5 + 0,17 = 7,67 \text{ ou encore } 1,0767.$$

Comme on ne tient pas compte de la deuxième décimale on dira que la densité est 7,6.

IV. — *Tables saccharimétriques pour l'emploi du poids normal de 16gr,29 (Buisson).*

Ces tables donnent immédiatement la teneur en sucre contenu dans 100cc de liquide, l'observation étant faite avec un saccharimètre français, avec des tubes de 200, 400 ou 500 millimètres avec ou sans augmentation de 10 pour 100 du volume provenant de l'addition de sous-acétate de plomb.

Usage de ces Tables. — On cherchera dans la première colonne marquée P le nombre entier de degrés lus au saccharimètre, puis dans la première ligne horizontale on lira le nombre de dixièmes donné par l'instrument, le croisement des lignes horizontales et verticales donnera la quantité de sucre dans 100cc de la solution.

La table II donne de même le résultat dans le cas où on ajoute 10 pour 100 de sous-acétate de plomb.

Nous nous bornerons à donner les deux tables pour le tube de 0^{m},200. Dans le cas où on se servirait du tube de 400 ou de 500 millimètres on divisera le résultat lu, après avoir ajouté 1/10 dans le cas où on jauge à 110, par 2 ou par 2,5 selon que l'on utilise le tube de 400 ou de 500.

TABLE I. Tube de 0^{m},200.

Table à l'usage des saccharimètres français donnant la quantité de sucre existant dans 100 cc. de liquide sans augmentation de volume.

(M. Buisson.)

Nota. — Cette table est calculée par 1/10 de degré.

Facteur = 0,01629.

P	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	»	0,016	0,032	0,048	0,065	0,081	0,097	0,114	0,130	0,146
1	0,1629	0,179	0,195	0,211	0,228	0,244	0,260	0,276	0,293	0,309
2	0,3258	0,342	0,358	0,374	0,390	0,407	0,423	0,439	0,456	0.472
3	0,4887	0,504	0,521	0,537	0,553	0,570	0,586	0,602	0,619	0,635
4	0,6516	0,667	0,684	0.700	0.716	0,733	9,749	0,765	0,781	0,798
5	0,8145	0,830	0,847	0,863	0,879	0,895	0,923	0,928	0,944	0,961
6	0,9774	0,993	1,009	1,026	1,042	1,058	1,075	1,091	1,107	1,124

P	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	1,1403	1,156	1,172	1,189	1,205	1,821	1,238	1,254	1,270	1,28[illegible]
8	1,3032	1,319	1,335	1,352	1,368	1,384	1,400	1,417	1,433	1,4[illegible]
9	1,4661	1,412	1,498	1,514	1,531	1,547	1,563	1,580	1,596	1,6[illegible]
10	1,6290	1,645	1,661	1,677	1,694	1,710	1,726	1,743	1,759	1,775
11	1,7919	1,808	1,824	1,840	1,857	1,873	1,889	1,905	1,922	1,9[illegible]
12	1,9548	1,971	1,987	2,003	2,019	2,036	2,052	2,068	2,085	2,1[illegible]
13	2,1177	2,133	2,150	2,166	2,182	2,199	2,215	2,231	2,248	2,2[illegible]
14	2,2806	2,296	2,313	2,329	2,345	2,362	2,378	2,394	2,410	2,4[illegible]
15	2,4435	2,459	2,476	2,492	2,508	2,524	2,541	2,557	2,573	2,5[illegible]
16	2,6064	2,622	2,638	2,655	2,671	2,687	2,704	2,720	2,736	2,75[illegible]
17	2,7693	2,785	2,801	2,818	2,834	2,850	2,867	2,883	2,899	2,915
18	2,9332	2,948	2,964	2,981	2,997	3,013	3,029	3,046	3,062	3,07[illegible]
19	2,0951	3,111	3,127	3,143	3,160	3,176	3,192	3,209	3,225	3,2[illegible]
20	3,2580	3,274	3,290	3,306	3,323	3,339	3,335	3,372	3,388	3,40[illegible]
21	3,4209	3,437	3,453	3,469	3,486	3,502	3,518	3,534	3,551	3,5[illegible]
22	3,5838	3,600	3,616	3,632	3,648	3,665	3,681	3,697	3,714	3,7[illegible]
23	3,7467	3,762	3,779	3,795	3,811	3,828	3,844	3,860	3,877	3,8[illegible]
24	3,9096	3,925	3,942	3,958	3,974	3,991	4,007	4,023	4,039	4,0[illegible]
25	4,0725	4,088	4,105	4,121	4,137	4,153	4,170	4,186	4,202	4,219
26	4,2354	4,251	4,267	4,284	4,300	4,316	4,333	4,349	4,365	4,38[illegible]
27	4,3983	4,414	4,430	4,447	4,463	4,479	4,496	4,512	4,528	4,5[illegible]
28	4,5612	4,577	4,593	4,610	4,626	4,642	4,658	4,675	4,691	4,7[illegible]
29	4,7241	4,740	4,756	4,772	4,789	4,805	4,821	4,838	4,854	4,8[illegible]
30	4,8870	4,903	4,919	4,935	4,952	4,968	4,984	5,001	5,017	5,03[illegible]
31	5,0499	5,066	5,082	5,098	5,115	5,131	5,147	5,163	5,180	5,19[illegible]
32	5,2128	5,229	5,245	5,261	5,277	5,294	5,310	5,326	5,343	5,3[illegible]
33	5,3757	5,391	5,408	5,424	5,440	5,457	5,473	5,489	5,506	5,5[illegible]
34	5,5386	5,554	5,571	5,587	5,603	5,620	5,636	5,652	5,668	5,68[illegible]
35	5,7015	5,717	5,734	5,750	5,766	5,782	5,799	5,815	5,831	5,848
36	5,8644	5,880	5,896	5,913	5,929	5,945	5,962	5,978	5,694	6,0[illegible]
37	6,0273	6,043	6,059	6,076	6,092	6,108	6,125	6,141	6,157	6,1[illegible]
38	6,1902	6,206	6,222	6,239	6,255	6,271	6,287	6,304	6,320	6,3[illegible]
39	6,3531	6,369	6,385	6,401	6,418	6,434	6,450	6,467	6,483	6,4[illegible]
40	6,5160	6,532	6,548	6,564	6,581	6,597	6,613	6,630	6,646	6,6[illegible]
41	6,6789	6,695	6,711	6,727	6,744	6,760	6,776	6,792	6,809	6,8[illegible]
42	6,8418	6,858	6,874	6,890	6,906	6,923	6,939	6,955	6,972	6,98[illegible]
43	7,0047	7,020	7,037	7,053	7,069	7,086	7,102	7,118	7,135	7,15[illegible]
44	7,1676	7,183	7,200	7,216	7,232	7,249	7,265	7,281	7,297	7,314
45	7,3305	7,346	7,368	7,379	7,395	7,411	7,428	7,444	7,460	7,47[illegible]
46	7,4934	7,509	7,525	7,542	7,558	7,574	7,591	7,607	7,623	7,6[illegible]
47	7,6563	7,672	7,688	7,705	7,721	7,737	7,754	7,770	7,786	7,8[illegible]
48	7,8192	7,835	7,851	7,868	7,884	7,900	7,916	7,933	7,949	7,9[illegible]
49	7,9821	7,998	8,014	8,030	8,047	8,063	8,079	8,096	8,112	8,12[illegible]

P	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	8,1450	8,161	8,177	8,193	8,210	8,226	8,242	8,259	8,275	8,291
51	8,3079	8,324	8,340	8,356	8,373	8,389	8,405	8,421	8,433	8,454
52	8,4708	8,487	8,503	8,519	8,535	8,552	8,568	8,584	8,601	8,617
53	8,6337	8,649	8,666	8,682	8,698	8,715	8,731	8,747	8,764	8,780
54	8,7966	8,812	8,829	8,845	8,861	8,878	8,894	8,910	8,926	8,943
55	8,9595	8,975	8,992	9,008	9,024	9,040	9,057	9,073	9,089	9,106
56	9,1224	9,138	9,154	9,171	9,187	9,203	9,220	9,236	9,252	9,269
57	9,2853	9,301	9,317	9,334	9,350	9,366	9,383	9,399	9,425	9,431
58	9,4482	9,464	9,480	9,497	9,513	9,529	9,545	9,562	9,578	9,594
59	9,6111	9,627	9,643	9,659	9,676	9,692	9,708	9,725	9,741	9,757
60	9,7740	9,790	9,806	9,822	9,839	9,855	9,871	9,888	9,904	9,920
61	9,9369	9,953	9,969	9,985	10,002	10,018	10,034	10,050	10,067	10,083
62	10,0998	10,116	10,132	10,148	10,164	10,181	10,197	10,213	10,230	10,246
63	10,2627	10,278	10,295	10,311	10,327	10,344	10,360	10,376	10,393	10,409
64	10,4256	10,441	10,458	10,474	10,490	10,507	10,523	10,539	10,555	10,572
65	10,5885	10,604	10,621	10,637	10,653	10,669	10,686	10,702	10,718	10,735
66	10,7514	10,767	10,783	10,800	10,816	10,832	10,849	10,865	10,881	10,898
67	10,9143	10,930	10,946	10,963	10,979	10,995	11,012	11,028	11,044	11,060
68	11,0772	11,093	11,109	11,126	11,142	11,158	11,174	11,191	11,207	11,223
69	11,2401	11,256	11,272	11,288	11,305	11,321	11,337	11,354	11,370	11,386
70	11,4030	11,419	11,435	11,451	11,463	11,484	11,500	11,517	11,533	11,549
71	11,5659	11,582	11,598	11,614	11,631	11,647	11,663	11,679	11,696	11,712
72	11,7288	11,745	11,761	11,777	11,793	11,810	11,826	11,842	11,859	11,875
73	11,8917	11,907	11,924	11,940	11,956	11,973	11,989	12,005	12,022	12,038
74	12,0546	12,070	12,087	12,103	12,119	12,136	12,152	12,168	12,184	12,201
75	12,2175	12,233	12,250	12,266	12,282	12,298	12,315	12,331	12,347	12,364
76	12,3804	12,396	12,412	12,429	12,445	12,461	12,478	12,494	12,510	12,527
77	12,5433	12,559	12,575	12,592	12,608	12,624	12,641	12,657	12,673	12,689
78	12,7062	12,722	12,738	12,755	12,771	12,787	12,803	12,820	12,836	12,852
79	12,8691	12,885	12,901	12,919	12,934	12,950	12,966	12,983	12,999	13,015
80	13,0320	13,048	13,064	13,080	13,097	13,113	13,129	13,146	13,162	13,178
81	13,1949	13,211	13,227	13,243	13,260	13,276	13,292	13,308	13,325	13,341
82	13,3578	13,374	13,390	13,406	13,422	13,439	13,455	13,471	13,488	13,504
83	13,5207	13,536	13,553	13,569	13,585	13,602	13,618	13,634	13,651	13,667
84	13,6836	13,699	13,716	13,732	13,748	13,765	13,781	13,797	13,813	13,830
85	13,8465	13,862	13,879	13,895	13,911	13,927	13,944	13,960	13,976	13,993
86	14,0094	14,025	14,041	14,058	14,074	14,090	14,107	14,123	14,139	14,156
87	14,1723	14,188	14,204	14,221	14,237	14,253	14,270	14,286	14,302	14,318
88	14,3352	14,351	14,367	14,384	14,400	14,416	14,432	14,449	14,465	14,481
89	14,4981	14,514	14,530	14,546	14,563	14,579	14,595	14,612	14,628	14,644
90	14,6610	14,677	14,693	14,709	14,726	14,742	14,758	14,775	14,791	14,807
91	14,8239	14,840	14,856	14,872	14,889	14,905	14,921	14,937	14,954	14,970
92	14,9868	15,003	15,019	15,035	15,051	15,068	15,084	15,100	15,117	15,133

P	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
93	15,1497	15,165	15,181	15,198	15,214	15,231	15,247	15,263	15,280	15,296
94	15,3126	15,328	15,345	15,361	15,377	15,394	15,410	15,426	15,442	15,4[illegible]
95	15,4755	15,491	15,508	15,524	15,540	15,556	15,573	15,589	15,605	15,6[illegible]
96	15,6384	15,654	15,670	15,687	15,703	15,719	15,736	15,752	15,768	15,7[illegible]
97	15,8013	15,817	15,833	15,850	15,866	15,882	15,899	15,915	15,931	15,947
98	15,9642	15,980	15,996	16,013	16,029	16,045	16,061	16,078	16,094	16,11[illegible]
99	16,1271	16,143	16,159	16,175	16,192	16,208	16,224	16,241	16,257	16,27[illegible]
100	16,2900	16,306	16,322	16,338	16,355	16,371	16,387	16,404	16,420	16,43[illegible]
101	16,4529	16,469	16,485	16,501	16,518	16,534	16,550	16,566	16,583	16,5[illegible]
102	16,6158	16,632	16,648	16,664	16,680	16,697	16,713	16,729	16,746	16,7[illegible]
103	16,7787	16,794	16,811	16,827	16,843	16,860	16,876	16,892	16,909	16,92[illegible]
104	16,9416	16,957	16,974	16,990	17,006	17,023	17,039	17,065	17,071	17,0[illegible]
105	17,1045	17,120	17,137	17,153	17,169	17,185	17,202	17,218	17,234	17,251
106	17,2674	17,283	17,299	17,316	17,332	17,348	17,365	17,381	17,397	17,414
107	17,4303	17,446	17,462	17,479	17,495	17,511	17,528	17,544	17,560	17,576
108	17,5932	17,609	17,625	17,642	17,658	17,674	17,690	17,707	17,723	17,739
109	17,7561	17,772	17,788	17,804	17,821	17,837	17,853	17,870	17,886	17,90[illegible]
110	17,9190	17,935	17,951	17,967	17,984	18,000	18,016	18,033	18,049	18,06[illegible]
111	18,0819	18,098	18,114	18,130	18,147	18,163	18,179	18,195	18,212	18,228
112	18,2448	18,261	18,277	18,293	18,309	18,326	18,342	18,358	18,375	18,391
113	18,4077	18,423	18,440	18,456	18,472	18,489	18,505	18,521	18,538	18,554
114	18,5706	18,586	18,603	18,619	18,635	18,652	18,668	18,684	18,700	18,717

TABLE II.

Tube de $0^m,200$.

Table à l'usage des saccharimètres français donnant la quantité de sucre existant dans 100 *cc. de liquide après addition de* 10 *pour* 100 *de sous-acétate de plomb.* (M. Buisson.)

Nota. — Cette table est calculée par 1/10 de degré.

Facteur 0,01629 + 0,001629 = 0,017919.

P	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	»	0,017	0,035	0,053	0,071	0,089	0,107	0,125	0,143	0,161
1	0,17919	0,197	0,215	0,232	0,250	0,268	0,286	0,304	0,322	0,34[illegible]
2	0,35838	0,376	0,394	0,412	0,430	0,447	0,465	0,483	0,501	0,519
3	0,53757	0,555	0,573	0,591	0,619	0,627	0,645	0,662	0,680	0,6[illegible]
4	0,71676	0,734	0,752	0,770	0,788	0,806	0,824	0,842	0,860	0,877

P	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	0,89595	0,913	0,931	0,949	0,967	0,985	1,003	1,021	1,039	1,057
6	1,07514	1,092	1,110	1,128	1,146	1,164	1,182	1,200	1,218	1,236
7	1,25433	1,272	1,290	1,308	1,325	1,343	1,361	1,379	1,397	1,415
8	1,43352	1,451	1,469	1,487	1,505	1,523	1,540	1,558	1,576	1,594
9	1,61271	1,630	1,648	1,666	1,684	1,702	1,720	1,738	1,755	1,773
10	1,79190	1,809	1,827	1,845	1,863	1,881	1,899	1,917	1,935	1,953
11	1,97109	1,989	2,006	2,024	2,042	2,060	2,078	2,096	2,114	2,132
12	2,15028	2,168	2,186	2,204	2,221	2,239	2,257	2,275	2,293	2,311
13	2,32947	2,347	2,365	2,383	2,401	2,419	2,436	2,454	2,472	2,490
14	2,50866	2,526	2,544	2,562	2,580	2,598	2,616	2,634	2,652	2,669
15	2,68785	2,705	2,733	2,741	2,759	2,777	2,795	2,813	2,831	2,849
16	2,86704	2,884	2,902	2,920	2,938	2,956	2,974	2,992	3,010	3,028
17	3,04623	3,064	3,082	3,099	3,117	3,135	3,153	3,171	3,189	3,207
18	3,22542	3,243	3,261	3,279	3,287	3,315	3,332	3,350	3,368	3,386
19	3,40461	3,422	3,440	3,458	3,476	3,494	3,512	3,530	3,547	3,565
20	3,58380	3,601	3,619	3,637	3,655	3,673	3,691	3,709	3,727	3,745
21	3,76299	3,780	3,798	3,816	3,834	3,852	3,870	3,888	3,906	3,924
22	3,94218	3,960	3,978	3,995	4,013	4,031	4,049	4,067	4,085	4,103
23	4,12137	4,139	4,157	4,175	4,193	4,210	4,228	4,246	4,264	4,282
24	4,30056	4,318	4.336	4,354	4,372	4,390	4,408	4,425	4,443	4,461
25	4,47975	4,497	4,515	4,533	4,551	4,569	4,587	4,605	4,623	4,641
26	4,65894	4,676	4,694	4,712	4,730	4,748	4,766	4,784	4,802	4,820
27	4,83813	4,856	4,873	4.891	4,909	4,927	4,945	4,963	4,981	4,999
28	5,01732	5,035	5,053	5.071	5,088	5,106	5,124	5,142	5,160	5,178
29	5,19651	5,214	5.232	5,250	5,268	5,286	5,304	5,321	5,339	5,357
30	5,37570	5,393	5,411	5,429	5,447	5,465	5,483	5,501	5,519	5,536
31	5,55489	5,572	5.590	5,608	5,626	5,644	5,662	5,680	5,698	5,716
32	5,73408	5,751	5,769	5,787	5,805	5,823	5,841	5,859	5,877	5,895
33	5,91327	5,931	5,949	5,967	5,984	6,002	6,020	6,038	6,056	6,074
34	6,09246	6,110	6,128	6,146	6,164	6,182	6,199	6,217	6,235	6,253
35	6,27165	6,289	6,307	6,325	6,343	6,361	6,379	6,397	6,415	6,432
36	6,45084	6,468	6,486	6,504	6,522	6,540	6,558	6,576	6,594	6,612
37	6,63003	6,647	6,665	6,683	6,701	6,719	6,737	6,755	6,773	7,791
38	6,80922	6,827	6,845	6,862	6,880	6,898	6,916	6,934	6,952	6,970
39	6,98841	7,006	7,024	7,042	7,060	7,078	7,095	7,113	7,131	7,149
40	7,16760	7,185	7,203	7,221	7,239	7,257	7,275	7,293	7,310	7,328
41	7,34679	7,364	7,382	7,400	7,418	7,436	7,454	7,472	7,490	7,508
42	7,52598	7,543	7,561	7,579	7,597	7,615	7,633	7,651	7,669	7,687
43	7,70517	7,723	7,741	7,758	7,776	7,794	7,812	7,830	8,848	7,866
44	7,88436	7,902	7,920	7,938	7,956	7,976	7,991	8,009	8,027	8,045
45	8,06355	8,081	8,099	8,117	8,135	8,153	8,171	8,188	8,206	8,224
46	8,24274	8,260	8,278	8,296	8,314	8,332	8,350	8,368	8,386	8,404
47	8,42193	8,439	8,457	8,475	8,493	8,511	8,529	8.547	8,565	8,583

P	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
48	8,60112	8,619	8,636	8,654	8,672	8,690	8,708	8,726	8,744	8,762
49	8,78031	8,798	8,816	8,834	8,851	8,869	8,887	8,905	8,923	8,941
50	8,95950	8,977	8,995	9,013	9,031	9,049	9,067	9,084	9,102	9,120
51	9,13869	9,156	9,174	9,192	9,210	9,228	9,246	9,264	9,282	9,299
52	9,31788	9,335	9,353	9,371	9,389	9,407	9,425	9,443	9,461	9,479
53	9,49707	9,514	9,532	9,550	9,568	9,586	9,604	9,622	9,640	9,658
54	9,67626	9,694	9,712	9,730	9,747	9,765	9,783	9,801	9,819	9,837
55	9,85545	9,873	9,891	9,909	9,927	9,945	9,962	9,980	9,998	10,016
56	10,03464	10,052	10,070	10,088	10,106	10,124	10,142	10,160	10,177	10,195
57	10,21383	10,231	10,249	10,267	10,285	10,303	10,321	10,339	10,357	10,375
58	10,39302	10,410	10,428	10,446	10,464	10,482	10,505	10,518	10,536	10,554
59	10,57221	10,590	10,608	10,625	10,643	10,661	10,679	10,697	10,715	10,733
60	10,75140	10,769	10,787	10,805	10,823	10,840	10,858	10,876	10,894	10,912
61	10,93059	10,648	10,966	10,984	11,002	11,020	11,038	11,056	11,073	11,091
62	11,10978	11,127	11,145	11,163	11,181	11,199	11,217	11,235	11,253	11,271
63	11,28897	11,306	11,324	11,342	11,360	11,378	11,396	11,414	11,432	11,450
64	11,46816	11,486	11,503	11,521	11,539	11,557	11,575	11,593	11,611	11,629
65	11,64735	11,665	11,683	11,701	11,719	11,736	11,754	11,772	11,790	11,808
66	11,82654	11,844	11,862	11,880	11,898	11,916	11,934	11,951	11,969	11,987
67	12,00573	12,023	12,041	12,059	12,077	12,095	12,113	12,131	12,149	12,167
68	12,18492	12,202	12,220	12,238	12,256	12,274	12,292	12,310	12,338	12,346
69	12,36411	12,382	12,399	12,417	12,435	12,453	12,471	12,489	12,507	12,525
70	12,54330	12,561	12,579	12,597	12,614	12,632	12,650	12,668	12,686	12,704
71	12,72249	12,740	12,758	12,776	12,794	12,812	12,830	12,847	12,865	12,883
72	12,90168	12,919	12,937	12,955	12,973	12,991	13,009	13,027	13,045	13,062
73	13,08087	13,098	13,116	13,134	13,152	13,170	13,188	13,206	13,224	13,242
74	13,26006	13,277	13,295	13,313	13,331	13,349	13,367	13,385	13,403	13,421
75	13,43925	13,457	13,475	13,493	13,510	13,528	13,546	13,564	13,582	13,600
76	13,61844	13,636	13,654	13,672	13,690	13,708	13,725	13,743	13,761	13,779
77	13,79763	13,815	13,833	13,851	13,869	13,887	13,905	13,923	13,940	13,958
78	13,97682	13,994	14,012	14,030	14,048	14,066	14,084	14,102	14,120	14,138
79	14,15601	14,173	14,191	14,209	14,227	14,245	14,263	14,281	14,299	14,317
80	14,33520	14,353	14,371	14,388	14,406	14,424	14,442	14,460	14,478	14,496
81	14,51439	14,532	14,550	14,568	14,586	14,603	14,621	14,639	14,657	14,675
82	14,69358	14,711	14,729	14,747	14,765	14,783	14,801	14,819	14,836	14,854
83	14,87277	14,890	14,908	14,926	14,944	14,962	14,980	14,998	15,016	15,034
84	15,05196	15,069	15,087	15,105	15,123	15,141	15,159	15,177	15,195	15,213
85	15,23115	15,249	15,266	15,284	15,302	15,320	15,338	15,356	15,374	15,392
86	15,41034	15,428	15,446	15,464	15,482	15,499	15,517	15,535	15,553	15,571
87	15,58953	15,607	15,625	15,643	15,661	15,679	15,697	15,714	15,732	15,750
88	15,76872	15,786	15,804	15,822	15,840	15,858	15,876	15,894	15,912	15,929
89	15,94791	15,965	15,983	16,001	16,019	16,037	16,056	16,073	16,091	16,109
90	16,12710	16,145	16,162	16,180	16,198	16,216	16,234	16,252	16,270	16,288

P	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
91	16,30629	16,324	16,342	16,360	16,377	16,395	16,413	16,431	16,449	16,467
92	16,48548	16,503	16,521	16,539	16,557	16,575	16,592	16,610	16,628	16.646
93	16,66467	16,662	16,700	16,718	16,736	16,754	16,772	16,790	16,808	16,825
94	16,84386	16,861	16,879	16,897	16,915	16,933	16,951	16,969	16,989	17,005
95	17,02305	17,040	17,058	17,076	17,094	17.112	17,130	17,148	17,166	17,184
96	17,20224	17,220	17,238	17,255	17,273	17,291	17,309	17,327	17,345	17,363
97	17,38143	17,399	17,417	17,435	17,453	17,471	17,488	17,506	17,524	17,542
98	17,56062	17,578	17,596	17,614	17,632	17,650	17,668	17,686	17,703	17,721
99	17,73981	17,757	17,775	17,793	17,811	17,829	17,847	17,865	17,883	17,901
100	17,91900	17,936	17,954	17,972	17,990	18,008	18,026	18,044	18,062	18,080
101	18,09819	18,116	18,134	18,151	18,169	18,187	18,205	18,223	18,241	18,259
102	18,27738	18,295	18,313	18,331	18,349	18,366	18,384	18,402	18,420	18,438
103	18,45657	18,474	18,492	18,510	18,528	18,546	18,564	18,582	18,599	18,617
104	18,63576	18,653	18,671	18,689	18,707	18,725	18,743	18,761	18,779	18,797
105	18,81495	18,832	18.850	18,868	18,886	18,904	18,922	18,940	18,958	18,976
106	18,99414	19,012	19,029	19,047	19,065	19,083	19,101	19,119	19,137	19,155
107	19,17333	19,191	19,209	19,227	19,245	19,262	19,280	19,298	19,316	19,334
108	19,35252	19,370	19,388	19,406	19,424	19,442	19,460	19,477	19,495	19,513
109	19,53171	19,549	19.567	19,585	19,603	19,621	19,639	19.657	19,675	19.692
110	19,71090	19,728	19,746	19,764	19,782	19,800	19,818	19,836	19,854	19,872
111	19,89009	19,908	19,925	19,943	19,961	19,979	19,997	20,015	20,033	20,051
112	20,06928	20,087	20,105	20,123	20,140	20.158	20,176	20,194	20,212	20.230
113	20,24847	20,266	20,284	20,302	20,320	20,338	20,355	20,373	20,391	20.409
114	20,42766	20,445	20,463	20,481	20,499	20,517	20,535	20,553	20,571	20.588

V. — *Table donnant les corrections de polarisation suivant la température (Mategczeck.)*

TEMPÉRATURES		On lira :	
15	degrés centigrades. . . .	100,05	au lieu de 100
16	—	100,03	—
17	—	100,01	—
17,5	—	**100,00**	—
18	—	99,99	—
19	—	99,96	—
20	—	99,94	—
21	—	99,90	—
22	—	99,89	—
23	—	99,87	—
24	—	99,85	—
25	—	99,82	—

VI. — *Dosage du glucose dans les sucres bruts (Sidersky).*

SOLUTION DE 16gr,29 DE SUCRE dans 100 centimètres cubes				SOLUTION SUCRÉE traitée par 10 pour 100 de solution de carbonate de soude			
En opérant sur 1 cm³ de liqueur de Fehling		En opérant sur 0,50 cm³ de liqueur de Fehling		En opérant sur 1 cm³ de liqueur de Fehling		En opérant sur 0,50 cm³ de liqueur de Fehling	
cm³ de solution sucrée	glucose pour 100	cm³ de solution sucrée	glucose pour 100	cm³ de solution sucrée	glucose pour 100	cm³ de solution sucrée	glucose pour 100
5,1	0,60	2,6	0,60	5,7	0,60	2,9	0,60
5,6	0,55	2,8	0,55	6,2	0,55	3,1	0,55
6,2	0,50	3,1	0,50	6,8	0,50	3,4	0,50
6,9	0,45	3,5	0,45	7,5	0,45	3,8	0,45
7,7	0,40	3,9	0,40	8,5	0,40	4,3	0,40
8,8	0,35	4,4	0,35	9,7	0,35	4,9	0,35
10,3	0,30	5,2	0,30	11,3	0,30	5,7	0,30
12,4	0,25	6,2	0,25	13,6	0,25	6,8	0,25
15,5	0,20	7,8	0,20	17,0	0,20	8,5	0,20
20,6	0,15	10,3	0,15	22,7	0,15	11,4	0,15
30,9	0,10	15,5	0,10	34,0	0,10	17,0	0,10
61,8	0,05	30,9	0,05	68,0	0,05	34,0	0,05

VII. — *Tables de Lunge et Blattner pour laits de chaux.*

DEGRÉS Baumé	POIDS de 1 litre de lait de chaux	CaO dans 1 litre de lait	CaO POUR 100 en poids de lait de chaux	DEGRÉS Baumé	POIDS de 1 litre de lait de chaux	CaO dans 1 litre de lait	CaO POUR 100 en poids de lait de chaux
1	1 007	7,5	0,745	16	1 125	159	14,13
2	1 014	16,5	1,64	17	1 134	170	15,00
3	1 022	26,0	2,54	18	1 143	181	15,85
4	1 029	36,0	3,50	19	1 152	193	16,75
5	1 037	46,0	4,43	20	1 162	206	17,62
6	1 045	56,0	5,36	21	1 171	288	18,51
7	1 052	65,0	6,18	22	1 180	229	19,40
8	1 060	75,0	7,08	23	1 190	242	20,34
9	1 067	84,0	7,87	24	1 200	255	21,25
10	1 075	94,0	8,74	25	1 210	268	22,15
11	1 083	104,0	9,60	26	1 220	281	23,03
12	1 091	115,0	10,54	27	1 234	295	23,96
13	1 100	126,0	11,45	28	1 241	309	24,90
14	1 108	137,0	12,35	29	1 252	324	25,87
15	1 116	148,0	13,26	30	1 263	339	26,84

VIII. — *Table de Unger donnant les quantités de lait de chaux à ajouter pour 1 hectolitre de jus soutiré à la diffusion.*

CHAUX à ajouter pour 100	DEGRÉS BAUMÉ												
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	LITRES												
2	21,2766	19,2307	17,3913	15,873	14,5985	13,5135	12,5786	11,7647	11,0497	10,3627	9,7087	9,1743	8,7236
2,2	23,4043	21,1538	19,1305	17,4603	16,0584	14,8649	13,8365	12,9412	12,1547	11,3990	10,6796	10,0917	9,6070
2,4	25,5319	23,0769	20,8696	19,0476	17,5182	16,2162	15,0943	14,1176	13,2597	12,4352	11,6505	11,0092	10,4804
2,6	27,6595	25,0000	22,6088	20,6349	18,9781	17,5674	16,3521	15,2941	14,3646	13,4710	12,6213	11,9266	11,3337
2,8	29,7871	26,9231	24,3480	22,2222	20,4379	18,9189	17,6100	16,4706	15,4696	14,5077	13,5922	12,8441	12,2271
3,0	31,9149	28,8463	26,0870	23,8095	21,8978	20,2701	18,8678	17,6471	16,6746	15,5439	14,5631	13,7615	13,1004
3,2	34,0426	30,7694	27,8262	25,3968	23,3576	21,6214	20,1256	18,8235	17,6796	16,5802	14,5340	14,6789	13,9738
3,4	36,1702	32,6924	29,5652	26,9841	24,8175	22,9726	21,3836	20,0000	18,7845	17,6165	16,5048	15,5964	14,8472
3,6	38,2979	34,6154	31,3044	28,5714	26,2774	24,3243	22,6415	21,1764	19,8895	18,6527	17,4757	16,5137	15,7205
3,8	40,4255	36,5386	33,0436	30,1587	27,7372	25,6755	23,8993	22,3529	20,9944	19,6891	18,4465	17,4311	16,5939
4,0	42,5532	38,4616	34,7828	31,7460	29,1971	27,0268	25,1572	23,5294	22,0994	20,7254	19,4175	18,3486	17,4673

Usage de la Table. — Au moyen de cette table on trouve facilement la quantité de chaux vive (CaO) que l'on veut ajouter sous forme de lait de chaux.

Supposons qu'on soutire 116 p. 100 de jus et qu'on ajoute 3 p. 100 de chaux. Le lait de chaux se trouvant à 20 degrés Baumé par exemple on devra mettre pour 1 hectolitre de jus $\frac{14,5631}{116,9} = 12$ litres de lait de chaux.

Le chiffre 14,5631 est donné par la table, il se trouve à l'intersection de la colonne 20 et de la ligne correspondant à un chaulage de 3 pour 100 en CaO.

IX. — ***Table donnant en litres les quantités de jus à différentes densités, fournies par la diffusion de 100 kilogrammes de betteraves de richesses diverses (Gallois et Dupont, agenda, 1891).***

Densités du jus de diffusion.	DENSITÉS INITIALES DU JUS DE BETTERAVE								
	5°	5°,5	6°	6°,5	7°	7°,5	8°	8°,5	9°
3°,6	125	137	148						
3 8	118	134	143						
4 0	113	124	134	144	155	165	176	186	196
4 2		117	127	138	147	157	167	177	187
4 4		112	122	132	141	150	160	170	178
4 6			116	126	135	145	153	162	170
4 8			111	121	130	138	147	156	163
5				116	124	132	141	149	157
5 2				111	120	127	135	143	151
5 4					115	122	130	138	145
5 6					111	118	126	132	140
5 8						114	121	127	135
6						110	117	124	131
6 2							114	120	127
6 4							110	117	123
6 6								113	119
6 8								109	115
7									112
7 2									109

Usage de la Table. — Soit par exemple des betteraves dont le jus extrait par pression est 7 degrés. Sachant que nous devons avoir une densité de 5 degrés pour le jus de diffusion. Quel sera le soutirage ? Nous chercherons 7 degrés dans la ligne supérieure des densités de la betterave, puis 5 degrés dans la première colonne des densités du jus de diffusion, l'intersection de ces deux lignes nous amène au nombre 124. Nous soutirerons donc 124 litres de jus de diffusion par 100 kilogrammes de betteraves.

X. — *Poids atomiques des principaux corps simples.*

I. — MÉTALLOÏDES

Arsenic. . .	75,0	Iode. . . .	127,0	Soufre. . .	32,0
Brome. . .	80,0	Carbone. .	12,0	Silicium. .	28,0
Chlore. . .	35,5	Phosphore. .	31,0	Azote. . .	14,0
Fluor. . .	19,0	Oxygène. .	16,0	Hydrogène. .	1,0

II. — MÉTAUX

Aluminium.	27,4	Or. . . .	197,0	Mercure. .	200,0
Antimoine. .	122,0	Potassium. .	39,0	Argent. . .	108,0
Baryum. .	137,0	Cuivre. . .	63,4	Strontium. .	88,0
Calcium. .	40,0	Magnésium.	24,0	Bismuth. .	208,0
Chrome. .	52,0	Manganèse. .	55,0	Zinc. . .	65,0
Fer. . . .	56,0	Sodium. .	23,0	Étain. . .	118,0
Plomb. . .	207,0	Platine. . .	198,0		

XI. — *Facteurs pour les calculs analytiques* (1).

USAGE DE CETTE TABLE. — Comme nous ne pouvons publier dans cet ouvrage toutes les tables, qui se trouvent comme celle-ci dans tous les livres de chimie analytique, nous nous contenterons d'en expliquer le fonctionnement.

Ces tables se présentent sous la forme suivante :

	CORPS TROUVÉ	CORPS CHERCHÉ	FACTEUR ou COEFFICIENT DE TRANSFORMATION (α)
Cuivre. .	Oxyde cuivrique CuO. .	Cu.	0,79864
	— cuivreux Cu^2O. .	Cu^2.	0,88805
	Sulfure cuivreux Cu^2S. .	Cu^2.	0,79834

Ceci indique que dans le dosage du cuivre à l'état d'oxyde cuivrique CuO il suffira de multiplier le poids d'oxyde obtenu par le facteur 0,79864 pour avoir le poids de cuivre correspondant. Les facteurs sont calculés d'après les poids atomiques.

D'une façon générale, soit P le poids de substance à ana-

(1) Voir Agenda du Chimiste, Hachette, éditeur, pages 200 à 206, ou tout ouvrage de chimie analytique, W. Ostwald. Les principes scientifiques de la chimie analytique, traduit par Auguste Collard, C. Naud éditeur.

lyser, α le facteur de transformation et Q le poids trouvé de la combinaison ; la teneur centésimale X sera :

$$X = \frac{100Q}{P} \times \alpha.$$

XII. — *Contraction des solutions de sucre inverti (Maumené).*

VOLUME A 0°	CONTRACTION	DENSITÉ A 0°	
		DU SUCRE	DU SUCRE INVERTI
0. . . . 1,00000	0,00000	1,0000	1,0000
5. . . . 99863	0,00137	1,0203	1,0206
10. . . . 99744	0,00256	1,0413	1,0417
15. . . . 99639	0,00361	1,0630	1,0634
20. . . . 99546	0,00454	1,0854	1,0856
25. . . . 99462	0,00538	1,1086	1,1086

XIII. — *Principales propriétés du sucre normal.*

Sucre ordinaire. — Sucre de Cannes. — Saccharose. — $C^{12}H^{22}O^{11}$. — Poids moléculaire = 342. Température de fusion = + 160°.

Dilatation de 0° à + 100° = 1/9 du volume (cristaux).

Chaleur spécifique = 0,301.

Maintenu à 160°, il se dédouble en glucose et levulosane

$$C^{12}H^{22}O^{11} = C^{6}H^{12}O^{6} + C^{6}H^{10}O^{5}.$$

A 180°, la masse se colore ; à 190°, il se forme du caramel ; à 200 210°, le sucre a perdu toute son eau, il se dégage des produits gazeux (carbures, oxyde de carbone, hydrogène, etc.). Comme résidu il reste du charbon, dit charbon de sucre qui est très léger et d'une combustion difficile.

Le sucre conduit mal l'électricité.

Densité à + 15° 1,595 — (1,6).

1 partie *d'eau peut dissoudre à* + 15° 2 parties de sucre et 3 parties avec *surfusion*.

XIV. — *Densités du jus de diffusion suivant la richesse saccharine des betteraves (Pellet).*

RICHESSE des BETTERAVES	DENSITÉ QUE DOIT AVOIR LE JUS de diffusion soutiré	RICHESSE des BETTERAVES	DENSITÉ QUE DOIT AVOIR LE JUS de diffusion soutiré
10,00	4,20 à 4,25	12,00	4,85 à 4,90
10,25	4,25 à 4,30	12,50	5,00 à 5,10
10,50	4,35 à 4,40	13,00	5,30 à 5,35
10,75	4,40 à 4,50	13,50	5,40 à 5,50
11,00	4,50 à 4,55	14,00	5,50 à 5,60
11,50	4,65 à 4,70		

XV. — *Eau nécessaire pour amener le jus de betterave à une densité donnée et volume total de jus à travailler suivant cette densité* (1).

DENSITÉ DU JUS INITIAL de la betterave	EAU NÉCESSAIRE POUR AMENER LE JUS A					TOTAL DU JUS A TRAVAILLER				
	4°	4°,5	5°	5°,5	6°	4°	4°,5	5°	5°,5	6°
degrés	litres	litres	litres	litres	litres	litres	litres	litres	litres	litres
6,5. . . .	54	38	26	16	»	140	124	112	102	»
6,8. . . .	60	44	31	20	»	146	130	117	106	»
7,0. . . .	64	48	34	23	14	150	134	120	109	100
7,2. . . .	69	51	38	27	17	155	137	124	113	103
7,5. . . .	75	57	43	31	21	161	143	129	117	108
7,8. . . .	82	62	48	36	25	168	148	134	122	111
8,0. . . .	86	67	52	39	29	172	153	138	125	115
8,2. . . .	90	70	55	42	32	176	156	141	128	118

(1) Indicateur technique de l'Industrie betteravière, par G. Gras et Gallonde.

XVI. — ***Table indiquant les quantités de betteraves travaillées par unité de temps*** (1).

QUANTITÉ TRAVAILLÉE PAR JOURNÉE DE 22 HEURES	PAR HEURE	PAR MINUTE	PAR SECONDE
	kgr.	kgr.	kgr.
25 000 kilogrammes. . .	1 136	19	0,316
50 000 — . . .	2 273	36	0,632
75 000 — . . .	3 409	57	0,948
100 000 — . . .	4 545	76	1,264
150 000 — . . .	6 818	114	1,896
200 000 — . . .	9 081	152	2,528
250 000 — . . .	11 363	189	3,160
300 000 — . . .	13 636	227	3,787
350 000 — . . .	15 909	265	4,418
400 000 — . . .	18 182	303	5,050
450 000 — . . .	20 454	341	5,681
500 000 — . . .	22 727	379	6,313

XVII. — *Volume occupé par les cossettes suivant leur tassement dans les diffuseurs.*

POIDS DES COSSETTES PAR HECTOLITRE DE CAPACITÉ DES DIFFUSEURS	VOLUME OCCUPÉ par les COSSETTES DANS LES DIFFUSEURS
	litres.
45 kilogrammes.	42,85
48 —	45,71
50 —	47,60
52 —	49,72
55 —	53,38
60 —	57,14

(1) Indicateur technique de l'Industrie betteravière, par G. Gras et Gallonde.

XVIII. — *Table des points d'ébullition des sirops de sucre purs correspondant aux preuves qui indiquent leur état de saturation* (1).

PREUVES	TEMPÉRATURE	100 KILOGR. DE SIROP CONTIENNENT	
		sucre	eau
	degrés		
Filet	109	85	15
Crochet léger	110,5	87	13
— fort.	112	88	12
Soufflé léger.	116	90	10
— fort.	121	92	8
Cassé petit.	122	92,67	7,33
— grand.	128,5	95,75	4,25

Observation. — Comme on le sait, on entend par preuves les divers tours de mains dont se sert le cuiseur pour savoir quel est le point de saturation du sirop au fur et à mesure que la concentration de ce dernier augmente.

(1) Indicateur technique de l'Industrie betteravière, par G. Gras et Gallonde.

XIX. — *Proportions principales d'un triple-effet suivant le nombre d'hectolitres travaillés par 24 heures.*

HECTOLITRES de jus travaillés par 24 heures	DIAMÈTRE DE LA CALANDRE			ÉPAISSEUR DE LA CALANDRE			HAUTEUR MOYENNE TOTALE (dôme inclus)	DIAMÈTRE DU TUBE CENTRAL (faisceau tubul[re])	ÉPAISSEUR des PLAQUES TUBULAIRES	NOMBRE DE TUBES DU FAISCEAU TUBULAIRE			DIAMÈTRE EXTÉRIEUR DES TUBES	SURFACE DE CHAUFFE TOTALE		
	1re caisse	2e caisse	3e caisse	1re caisse	2e caisse	3e caisse				1er corps	2e corps	3e corps		1er corps	2e corps	3e corps
hectol.	mètres	mètres	mètres	millim.	millim.	millim.	mètres	millim.	millim.				millim.	mètres	mètres	mètres
1 000	1,160	1,280	1,380	14	15	15	3,330	210	22	213	266	308	50	41,051	51,068	59,036
1 500	1,380	1,520	1,660	15	16	16	3,480	250	»	308	380	456	»	58,81	72,53	86,85
1 800	1,520	1,660	1,760	15	17	18	3,550	300	»	398	474	522	»	76,16	90,54	99,00
2 200	1,660	1,760	1,860	17	18	19	3,730	»	»	474	522	580	»	97,62	107,7	119,6
2 600	1,760	1,860	1,980	18	19	19	3,890	320	24	510	579	667	»	13,00	128,02	147,46
3 000	1,860	1,980	2,080	19	19	20	4,130	»	»	590	670	740	»	135,04	153,26	169,35
3 500	1,980	2,080	2,200	19	20	20	4,190	350	»	670	729	825	»	158,95	172,81	194,79
4 000	2,080	2,330	2,460	20	21	22	4,260	»	25	735	951	1,073	»	163,36	209,78	236,50
6 000	2,460	2,680	2,900	21	23	24	4,510	370	26	1,068	1,266	1,566	»	»	300,07	356,64
10 000	3,000	3,320	3,600	24	25	26	5,010	450	»	1,608	2,005	2,393	»	409,19	502,60	600,75

Observations. — En supposant que la moyenne des densités des betteraves travaillées soit de 7,5 et qu'on soutire à la diffusion 125 litres de jus par 100 kilogrammes de betteraves, les nombres d'hectolitres de la table représenteraient comme quantité de betteraves travaillées respectivement.

Pour 1 000 hectolitres. . .	80 000 kilogrammes.	Pour 4 000 hectolitres. . .	320 000 kilogrammes.
1 500 — . . .	120 000 —	6 000 — . . .	480 000 —
2 200 — . . .	175 000 —	10 000 — . . .	800 000 —
3 000 — . . .	240 000 —		

XX. — *Pompes à air pour triple-effet.*

HECTOLITRES TRAVAILLÉS PAR 24 HEURES		1 000	1 500	1 800	2 200	2 500	3 000	4 000	4 500	5 000	6 000	8 000	10 000
Betteraves	diamètre	0,350	0,400	0,450	0,450	0,500	0,500	0,600	0,600	0,650	0,700	0,750	0,820
	course	0,400	0,500	0,500	0,600	0,600	0,700	0,700	0,700	0,800	0,800	0,800	0,800
	tuyau d'injection	0,070	0,080	0,080	0,090	0,090	0,100	0,110	0,110	0,120	0,130	0,140	0,160
Cannes	diamètre	0,350	0,400	0,450	0,500	0,500	0,550	0,650	0,650	0,700	0,750	»	»
	course	0,400	0,600	0,600	0,600	0,700	0,700	0,700	0,700	0,800	0,800	»	»
	tuyau d'injection	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

XXI. — *Chaudières à cuire en grains.*

DIAMÈTRE intérieur	CALANDRE épaisseur tôle	CALANDRE épaisseur fonte	HAUTEUR du dôme	HAUTEUR de la calandre	HAUTEUR totale (dôme inclus)	ÉPAISSEUR du fond (Fonte)	ÉPAISSEUR du dôme (Fonte)	DIAMÈTRE extérieur des serpentins	DIAMÈTRE du tuyau d'aspiration (Sirop)	LONGUEUR DES SERPENTINS 1	2	3	4	SURFACE de chauffe totale
mètres				mètres	mètres					mètres	mètres	mètres	mètres	m. carré
1,850	7,5	18	455	1,400	2,395	19	18	90	50	»	14,40	10,90	15,30	11,50
2,000	8	19	500	1,600	2,680	20	18	100	65	16,35	12,60	16,90	»	14,40
2,500	12,0	22	625	1,800	3,150	24	22	120	75	23,40	19,300	27,800	17,380	30,01
3,000	12	24	750	2,100	3,730	24	23	120	75	33,200	28,250	27,420	26,800	43,61
3,250	14	25	810	2,250	3,915	26	24	120	75	42,460	35,330	35,270	34,000	55,42
3,500	14	25	875	2,500	4,400	26	24	130	85	46,700	40,700	40,200	39,700	68,30
3,750	15	26	940	3,050	5,085	28	26	130	95	51,100	44,200	43,600	43,100	74,32
4,000	15	28	1 000	3,050	5,225	30	28	140	105	54,28	47,33	46,83	46,19	85,80

Observations. — Le fond des chaudières à cuire affecte soit la forme « ronde », soit la forme « ovoïde ». Les dimensions indiquées correspondent au fond « rond ».

La hauteur de la calotte sphérique qui forme le fond est égale à $0,3 \times D$, D étant le diamètre de la chaudière.

Le rayon de courbure du fond est égal à $0,65 \times D$.

Le dôme n'affecte pas la forme d'une calotte sphérique absolument géométrique, c'est plutôt celle d'une calotte sphérique aplatie. Sa forme est déterminée par 2 rayons de courbure.

1° rayon de courbure de la partie supérieure du dôme $r_1 = D$.

2° rayon de courbure de la partie se raccordant avec la calandre $r_1 = 0,2D$.

NOTES SUR LA CONSTRUCTION ET LA DISPOSITION DU MATÉRIEL DE SUCRERIE.

I. — *Transporteur hydraulique.*

Distance d'axe en axe des caniveaux hydrauliques	de $12^m,50$ à 14^m.
Largeur des caniveaux	de 320 à 380^{mm}.
Hauteur	de 380 à 450^{mm}.
Rayon de courbure du fond (arc de cercle)	de 125 à 150^{mm}.
Diamètres des conduites d'arrivée d'eau	de 150 à 300^{mm}.
Pente des caniveaux	de 8 à 15^{mm}.
Parties courbes	ne pas prendre de rayon de courbure inférieur à 5 mètres.
Dépense d'eau	de 7 à 10 kgr. pour 1 kgr. de betteraves.
Vitesse moyenne de l'eau	1 à $1^m,50$ par seconde.

II. — *Diffusion.*

La forme à adopter pour la tête des diffuseurs est la forme tronconique avec une inclinaison de 45°.

Diamètre de la porte d'emplissage	de 500 à 800^{mm}.
Diamètre des diffuseurs	de 1 à 2^m.
Tuyauteries et soupapes de jus et eau (diamètre intérieur) de	de 120 à 160^{mm}.
Prise d'air (diamètre)	60 à 80^{mm}.
Surface de chauffe moyenne	5 à 8^{m2}.
Diamètre des tubes (calorisateur tubulaire)	30 à 40^{mm} extérieur.
Charge à donner aux diffuseurs	55 kgr. de cossettes par hectol.
Durée moyenne normale pour une diffusion	60 à 70 minutes.

Surface totale des calorisateurs :

(*a*) vapeur à 3 kgr.	$0,135^{m2}$	par tonne de betteraves travaillées par 24 heures.
(*b*) vapeur à 1 ^{kgr},2 (105°).	$0,220^{m2}$	

Épaisseur des tubes des calorisateurs (tubes en laiton)	1 1/4 à 1 1/2 de millimètre.
Vitesse moyenne dans les tubes	300 à 350^{mm} par seconde.

Bac en charge sur la diffusion (pression d'eau).

Vitesse moyenne par minute de l'eau dans les diffuseurs ; en ne tenant pas compte des cossettes.	18 à 20^{cm}.
Hauteur du bac à eau (au-dessus du niveau du bac jaugeur.	35 à 45 pour 100 la longueur utile de la batterie.

Bac jaugeur.

Capacité..	double de celle d'un diffuseur.

Dépense d'eau à la diffusion.

Par tonne de betteraves mises en œuvre.	20 à 25 hectos en totalité.

III. — *Élévateurs à pulpes.*

Godets de l'élévateur (à claire voie). .	largeur.. . . .	400^{mm}.
	hauteur.. . . .	275^{mm}.
	longueur dans le sens des chaînes.	400^{mm}.
Roues dentées.	500 à 550^{mm} de diamètre.	
Engrenages..	rapport de 1 à 5.	
Poulies.	1 à $1^m,10$ de diamètre.	

IV. — *Presses à pulpes.*

Diamètre intérieur.. .	petites presses. .	$0^m,625$ à $0^m,650$.	
	grandes presses.	1 à $1^m,10$.	
Longueur des cylindres en tôle perforée. .	petites. . . .	$1^m,500$ à $1^m,600$.	
	grandes.. . .	2^m.	
Arbres coniques. . .	petites. . . .	175 à 300^{mm} de diam.	
	grandes.. . .	400 à 700^{mm} de diam.	
Surface filtrante. . .	petites. . . .	$3,75^{m2}$ à 4^{m2}.	
	grandes.. . .	8 à $8^m,50^{m2}$.	
Arbre de commande (vitesse).	petites. . . .	3 à 4 tours.	par minute.
	grandes.. . .	2 1/2 à 3 1/2 tours.	
Force dépensée..		2 à 5 chevaux.	

N. B. — Ne jamais laisser les presses se vider entièrement ni trop chauffer les cossettes, les pulpes se pressent mal dans ce cas.

V. — *Chaux et acide carbonique.*

En tas de 3 mètres de hauteur on peut compter sur 5 000 kgr. de pierre à chaux par mètre carré.

Incuits pour 100 dans la pierre.. . . . 4 à 7 pour 100.

100 kgr. de pierre à chaux à 95 pour 100 en carbonate de chaux donnent :
{ 53kgr,2 de CaO.
{ 41kgr,75 d'acide carbonique.

Dépense totale de chaux (y compris les incuits) par tonne de betteraves. . } 40 à 45 kgr.

Dépense de coke pour 100 de pierre (en pratique). . . . . } 6 à 12 kgr.

Four Kher (sans foyer).

Travail utile du four.. . . . . . 800 à 900 kgr. de pierre par m^3 de capacité utile et par 24 heures.

Capacités à adopter suivant le travail :

Tonnes de betteraves par 24 heures.	250	300	400	500	600
Volume du four.	25^{m3}	30^{m3}	35^{m3}	45^{m3}	50^{m3}

Dimensions à adopter pour la conduite de gaz allant au four laveur. } de 300 à 450^{mm}.

Conduite d'aspiration de la pompe. . de 275 à 400^{mm}.

Conduite de refoulement. . . . . de 250 à 350^{mm}.

Température moyenne normale du gaz à la sortie du laveur. . . . . . } 35 à 45°.

VI. — *Pompe à gaz carbonique.*

Vitesse du gaz dans les lumières de distribution. . . . . } 9 à 15^{m} par seconde.

Pression moyenne dans la conduite de refoulement. . . . . } 2 à 5 dixièmes.

Rendement moyen. . . . . 70 à 80 pour 100.

Vitesse moyenne en marche normale. . 45 à 35 tours.

Dimensions de pompes à gaz (1).

TRAVAIL DE L'USINE PAR 24 HEURES	250	300	400	500
Diamètre intérieur du cylindre à gaz. . .	700	775	850	975
— à vapeur. .	360	390	430	480
Course des pistons.	600	600	700	700
Nombre de tours par minute..	44	42	40	38

(1) Travail évalué en tonnes.

VII. — *Carbonatation.*

Aujourd'hui on ne construit plus que des chaudières cylindriques de 5 à 6 mètres de hauteur.

Hauteur utile du jus (moyenne). . . 2 à 2^{m},50.

Dimensions de chaudières.

TRAVAIL PAR 24 HEURES	250	300	400	500
Nombre de chaudières. .	4	4	4	4
Volume utile en hectol. .	37^{hl}	45^{hl}	60^{hl}	75^{hl}
Diamètre intérieur. . .	1^{m},850	1^{m},950	2^{m},250	2^{m},450
Hauteur totale (partie cylindrique).	5^{m}	5^{m},250	5^{m},500	5^{m},750
Surf. des serpentins pour chauffage à vapeur à 3 atmosphères. . . .	4^{m2},50	5^{m2},25	7^{m2}	8^{m2},50
Surf. des serpentins pour chauffage à vapeur détendue.	10^{m2}	11^{m2},50	15^{m2}	18^{m2}

On compte sur 1 m² de surface de chauffe par dix hectolitres de capacité utile.

VIII. — *Filtres-presses.* — *Écumes.*

Dimensions des cadres. . . . . . de 600 à 1 000^{mm}.

TRAVAIL PAR 24 HEURES EN TONNES		250	300	400	500	600
Quantité moyenne d'écumes en kgr.		35 000	42 000	56 000	70 000	84 000
Filtres-presses	nombre de filtres. .	6	8	»	»	»
de	— cadres. .	36	36	»	»	»
600 × 600	écumes par filtre. .	550	550	»	»	»
Filtres-presses	nombre de filtres. .	3	4	5	6	8
de	— cadres. .	46	42	46	46	42
800 × 800	écumes par filtre. .	900	825	900	900	825
Filtres-presses	nombre de filtres. .	3	3	4	5	6
de	— cadres. .	40	46	46	46	46
1 000 × 1 000	écumes par filtre. .	1 200	1 350	1 350	1 350	1 350

Quantité d'écumes par rapport au poids de chaux ajouté aux carbonatations.	4 fois.
Quantité d'eau de lavage par rapport au poids des écumes.	100 à 120 pour 100.
Épaisseur des tourteaux d'écumes. . .	20 à 25mm.
Quantité d'écumes pour 100 du poids des betteraves travaillées.	10 à 15 pour 100.
Pression aux filtres-presses.	2 à 3 kgr. pour le jus. 3 kgr. pour l'eau de lavage.
Débit des pompes à jus.	1 à 1,20 litre par minute.

IX. — *Sulfitation.*

Dépense de soufre..	0,20 à 0,40 kgr. par tonne de betteraves.

Dimensions des compresseurs d'air :

Diamètre.	140cm
Course.	200mm
Nombre de tours par minute. .	120

X. — *Évaporation.*

La vapeur provenant du ballon des retours aura une pression minimum de 1/2 kgr.

Pour la pompe à air en admettant une vitesse de 45 tours la *surface du piston* en cm^2 sera égale à 7 fois la surface de chauffe du triple-effet exprimée en mètres carrés.

Vide minimum de la pompe. . . .		70cm de vide.
Section des conduites pour :	1° Introduction de vapeur à 1/2 kgr. en 1re caisse.	Surface de chauffe en m^2 plus 50 pour 100 exprimé en cm^2
	2° Sortie des eaux de condensation.	1/10 de la surface de chauffe.
Surface de chauffe des appareils d'évaporation..		1 m^2 par 8 à 10 hectos.

XI. — *Cuite.*

Capacité de la chaudière..	$\frac{\text{quantité de betteraves par 24 h.}}{20}$
Surface de chauffe des serpentins. . .	$\frac{\text{capacité en hectolitres.}}{4}$
Pression de la vapeur.	3 à 5 kgr.

PRODUCTION ET UTILISATION DE LA CHALEUR

Résultats moyens des installations de chaudières en sucrerie (Schmidt.)

Pour les conditions suivantes, c'est-à-dire :

Pression de marche variant de 4 k. 1/4 à 5 *k.* 1/2.

Température des eaux d'alimentation variant de 80 à 95°.

On brûle ou plutôt on devrait brûler *par heure* et mètre carré de surface de grille un poids de charbon variant de *67* à *95 kilogrammes* ; mais parfois on dépasse 100 kilogrammes. Dans *les fumées* on perd de 17 à 30 pour 100 de la chaleur du charbon.

Enfin les pertes par rayonnement, par combustion imparfaite, par les déchets, peuvent être évaluées de 6 à 15 pour 100 de la chaleur du charbon.

Ce qui donne comme rendement utile 64 à 70 pour 100.

Ces chiffres correspondent à une production de *9 kilogrammes de vapeur par kilogramme de charbon brut,* brûlé.

Le prix de la *tonne de vapeur* revient en moyenne, suivant le prix du charbon rendu à l'usine, de 2 à 3 francs.

On consomme en moyenne 1 000 *kilogrammes de vapeur par tonne de betteraves.*

D'après les calculs de M. Cambier la quantité de *vapeur dépensée par hectolitre de jus* dans une sucrerie travaillant 300 tonnes par 24 heures serait de 68 *kilogrammes.*

En admettant une consommation moyenne de 1 000 kilogrammes de vapeur par tonne de betteraves et une production de 9 kilogrammes de vapeur par kilogramme de charbon brûlé, la dépense correspondante en combustible serait de 112 *kilogrammes* par tonne de betteraves mises en œuvre.

Comme surface de chauffe des générateurs on prendra de 1^{mq},5 à 3 mètres cubes par tonne de betteraves.

Il ne faut pas non plus s'exagérer les résultats et on peut estimer que 7 à 8 kilogrammes de vapeur par kilogramme de houille constitue un résultat satisfaisant.

Comparaison des chaudières.

TYPE DE LA CHAUDIÈRE	POIDS D'EAU ÉVAPORÉE par m² et par heure	POIDS DE VAPEUR PRODUIT pour 1 kgr. de combustible
	kilogrammes	kilogrammes
Chaudière à 1, 2, 3 bouilleurs. .	15 à 30	5,00 à 5,30
— . .	10 à 12	5,50 à 5,90
Chaudière avec réchauffeurs. . .	18 à 15	6,40 à 6,70
Chaudière à 2 bouilleurs et 1 ou 2 réchauffeurs.	20 à 15	5,70 à 7,00
Chaudière foyer intérieur avec grand réchauffeur tubulaire. .	12 à 10	8,50 à 9,90

Table d'après Zeuner (vapeur d'eau).

TENSION EN		TEMPÉRATURES EN DEGRÉS centigrades	CHALEUR DU LIQUIDE en calories par kilogramme	CHALEUR LATENTE INTERNE en calories par kilogramme	CHALEUR LATENTE EXTERNE en calories par kilogramme	DIFFÉRENCE des VOLUMES SPÉCIFIQUES de la vapeur et de l'eau par kgr. en m³	VOLUMES EN LITRES de 1 kgr. de vapeur	POIDS DU MÈTRE CUBE de vapeur (densité)	VITESSE DE LA VAPEUR dans l'atmosphère en mètres
ATMOSPHÈRES	KILOGRAMMES par cm²								
	kilogrammes	degrés	calories	calories	calories	mètres cubes			mètres
0,3	0,310	69,5	69,687	520,433	37,574	5,1388	»	0,3153	»
1,0	1,0334	100,0	100,500	496,300	40,200	1,6494	1649,40	0,6060	334
2,0	2,0668	120,6	121,417	480,005	41,861	0,8588	858,80	1,1631	427
3,0	3,1002	133,9	134,989	469,477	42,876	0,5864	586,40	1,7024	502
4,0	4,1336	144,0	145,310	461,496	43,614	0,4474	447,40	2,2303	537
5,0	5,1670	152,2	153,741	454,994	44,192	0,3626	362,60	2,7500	562
6,0	6,2004	159,2	160,938	449,457	44,753	0,2962	305,40	3,2632	»
7,0	7,2338	165,3	167,243	444,616	45,070	0,2642	264,20	3,7711	»
8,0	8,2672	170,8	172,888	440,289	45,420	0,2329	232,90	4,2745	»
9,0	9,3046	175,8	178,017	436,366	45,727	0,2085	208,50	4,7741	»
10,0	10,3300	180,3	182,719	432,775	46,001	0,1887	188,70	5,2700	»
11,0	11,3674	184,5	187,065	429,460	46,247	0,1725	172,50	5,763	»
12,0	12,4008	188,4	191,126	426,368	46,471	0,1589	158,90	6,254	»
13,0	13,4342	192,1	194,944	423,465	46,676	0,1473	147,30	6,742	»
14,0	14,4766	195,5	198,537	420,736	46,864	0,1373	137,30	7,228	»

Dépense de vapeur suivant le type de machines.

TYPE DE LA MACHINE	POIDS DE VAPEUR NÉCESSAIRE par cheval-heure	SURFACE DE GRILLE NÉCESSAIRE par cheval-heure
	kilogrammes	mètres carrés
Corliss ou Sulzer.	11	0,80
A détente.	18	1,80
A pleine pression.	30	3,20

Chaleurs spécifiques de quelques corps.

SUBSTANCES	CHALEUR SPÉCIFIQUE	SUBSTANCES	CHALEUR SPÉCIFIQUE
Antimoine	0,0508	Étain.	0,0562
Acier doux. . . .	0,1165	Fer forgé.	0,1138
Acier dur.	0,1175	Fonte brute entre :	
Alcool absolu. . . .	0,7000	0 — 200 degrés. .	0,130
Acide sulfurique. . .	0,3350	0 — 1 200 — .	0,160
Argent.	0,0570	Fonte de fer. . . .	0,1298
Bismuth.	0,0308	Laiton.	0,0939
Bois de chêne . . .	0,5700	Mercure.	0,0333
Briques	0,2410 à 0,1890	Phosphore.	0,1887
		Platine.	0,0324
Briques réfractaires. .	0,2083	Soufre solide. . . .	0,1764
Charbon de bois. . .	0,2411	Soufre fondu. . . .	0,2026
Cuivre.	0,0951	Verre sec.	0,1923
Eau.	1,000		

Pression absolue. — Pression effective.

L'atmosphère correspond à la pression d'une colonne de mercure de 1 centimètre de section et de $0^{m},760$ de hauteur, ou bien, ce qui revient au même à la pression d'une colonne d'eau de $10^{m},33$ de hauteur et de 1 centimètre de section.

Soit P*e* la pression effective en kilogrammes par centimètres cubes.

P*a* la pression absolue en atmosphères, on a :

$$Pa = (Pa - 1) \times 1^{k},033.$$

Ainsi un manomètre au repos marque une atmosphère ou o kilogramme selon qu'il est gradué en atmosphères ou en kilogrammes.

PRESSION ABSOLUE EN ATMOSPHÈRES	PRESSION EFFECTIVE EN KILOGRAMMES
	kilogrammes.
1 atmosphère.	0
2 —	1,033
3 —	2,066
4 —	3,099
5 —	4,132
6 —	5,165
7 —	6,198
8 —	7,231
9 —	8,264
10 —	9,297

Poids d'une chaudière.

Soit S la surface de la tôle en *mètres carrés.*

7, 8, la densité du fer.

e le nombre de millimètres représentant l'épaisseur de la tôle.

On aura :

$$P_{\text{kilog.}} = S \times 7,8 \times e + 15 \text{ pour } 100.$$

On ajoute 15 pour 100 pour tenir compte des rivets, etc.

Surface de chauffe.

Pour les chaudières cylindriques à bouilleurs on compte que la surface de chauffe totale est exprimée par :

$$S_t = \frac{S_1}{2} + \frac{4S_2}{3},$$

ou S_t désigne la surface de chauffe totale,

S_1 la surface de la chaudière proprement dite,

S_2 la surface de chaque bouilleur.

Si on désigne par D le diamètre du corps cylindrique de la chaudière, on donne aux *bouilleurs un diamètre,* en général, égal à $\frac{D}{2}$ pour chacun d'eux.

On compte en général sur $1^{m^2},25$ à $1^{m^2},35$ de surface de chauffe *par cheval-heure* pour les machines à détente et sans condensation d'une force variant de 10 à 20 chevaux.

Soit S la surface de chauffe d'une chaudière, en mètres carrés, la force en chevaux qu'elle pourra produire sera :

$$F_{ch.\ vap.} = \frac{S}{1,25} \text{ ou } \frac{S}{1,35} \text{ selon les cas.}$$

Coefficients de transmission (Jelinck).

Nombre de calories transmises pendant *une minute* par mètre carré de surface de chauffe et pour une différence de température de 1° :

Chauffage de la 1re carbonatation.	C = 3,47
— 2e et 3e —	= 7,62
— filtration	= 7,85
A l'entrée du jus en 1re caisse du T. E. . . .	= 9,65
Au chauffage du sirop	= 4,45

NOTE

PRÉPARATION, TITRAGE ET EMPLOI DES LIQUEURS UTILISÉES EN SUCRERIE POUR LA DÉTERMINATION DE L'ALCALINITÉ DANS LES JUS ET SIROPS (NOTE DE L'AUTEUR).

Les liqueurs alcalimétriques employées en sucrerie sont en très grand nombre.

Les sucreries peu importantes, qui ne possèdent pas de chimistes suffisamment au courant de cette partie, les achètent en général à des laboratoires privés ou à des maisons de produits chimiques qui les vendent à prix d'or. La majeure partie des usines, à l'heure qu'il est, les préparent elles-mêmes sous la direction du chimiste, quelques jours avant le commencement de la fabrication.

D'une façon générale, les essais des jus chaulés, des jus carbonatés, filtrés ou non filtrés, voire même des sirops, étant faits par des ouvriers qui règlent leur travail d'après les résultats ainsi trouvés, on ne saurait trop chercher à diminuer le plus possible les causes d'erreurs, sans nuire toutefois à la rapidité de ces essais qui, devant être très fréquents, ne doivent pas nécessiter une manipulation longue ou trop délicate.

Pour ma part, dans les quatre ou cinq sucreries où j'ai passé plusieurs campagnes, ce qui m'a semblé le mieux répondre au but cherché c'est l'emploi des flacons-burettes automatiques (Pellet, Gallois et Dupont, Sidersky, Defez, etc.).

PRÉPARATION, TITRAGE ET EMPLOI DES LIQUEURS

Observons d'abord que l'alcalinité d'un jus ou d'un sirop s'exprime toujours en *grammes de chaux vive* par litre de jus ou de sirop.

Ainsi quand on dit que l'alcalinité d'un jus est de 1gr,20 ou plus simplement 120 ou 12, cela veut dire que l'alcalinité *totale* du jus, exprimée en (CaO) correspond à 1gr,20 de chaux vive par litre. L'alcalinité totale est exprimée en chaux caustique, bien que le plus souvent une partie de cette alcalinité soit due à d'autres alcalis, soude, potasse ou ammoniaque. Ce n'est donc pas l'alcalinité réelle en chaux qu'on détermine, mais l'*alcalinité totale* apparente, exprimée en chaux vive.

Le problème général que nous avons à résoudre est celui-ci :

Étant donné un jus ayant une alcalinité A *exprimée en grammes de chaux vive par litre, déterminer cette alcalinité par des moyens commodes et suffisamment exacts.*

Classification des liqueurs. — Les diverses liqueurs titrées employées en sucrerie peuvent se diviser en deux grandes classes :

1° *Liqueurs sulfuriques* ;

2° *Liqueurs chlorhydriques.*

Les secondes sont moins employées à cause de la volatilité de cet acide qui en fait varier le titre assez rapidement.

Nous subdiviserons ainsi les liqueurs :

1° *Liqueurs sulfuriques.*
- 1° *Liqueur mère* ;
- 2° *Liqueur Vivien* ;
- 3° *Liqueur Le Docte* ;
- 4° *Liqueurs diverses* (Defez, Cotrait, etc.).

2° *Liqueurs chlorhydriques.*	1° Liqueur Le Docte ; 2° — Defez ; 3° — diverses.

1° Liqueur sulfurique mère. — On entend par liqueur mère, une liqueur forte qui sert à préparer les autres liqueurs, par simple dilution.

Nous choisirons comme liqueur mère sulfurique une liqueur à 175 grammes d'acide sulfurique pur par litre.

Certains chimistes prennent comme liqueur mère une liqueur à 87gr,50 ; d'autres, au contraire, adoptent une liqueur à 43gr,75 :

Supposons donc qu'avant la fabrication nous ayons à préparer 25 litres de liqueur mère à 175 grammes de SO^4H^2 par litre.

Nous devons donc avoir :

$$175 \times 25 = 4\,375 \text{ grammes} = 4^{kgr},375 \text{ de } SO^4H^2 \text{ au total.}$$

c'est-à-dire dans ce volume.

Mais au lieu de peser, ce qui est toujours ennuyeux lorsqu'il s'agit de cet acide, nous déterminerons le volume correspondant à ce poids en adoptant comme densité de l'acide sulfurique, celle de l'acide sulfurique à 65° B, c'est-à-dire 1,820.

Nous aurons donc :

$$4\,375 \text{ grammes} = x \times 1\,820$$
$$x = 2^{lit},400 \text{ centimètres cubes.}$$

Nous ajouterons 1/10 pour avoir une liqueur trop forte que nous mettrons ensuite au point par simple dilution.

En résumé, nous prendrons 2 litres 640 centimètres cubes d'acide sulfurique pur.

Dans une tourie en verre, bien propre, nous mettrons 22 litres d'eau distillée, puis nous verserons lentement en agitant, les 2 litres 640 d'acide sulfurique pur. Nous rince-

rons le flacon qui contenait l'acide avec la différence, c'est à-dire avec 360 centimètres cubes d'eau distillée environ. On mélange bien le tout en faisant rouler la tourie puis en l'agitant. Enfin on laisse refroidir en abandonnant le tout à la température ambiante pendant deux ou trois heures.

Titrage de la liqueur mère. — Pour déterminer le titre de la liqueur mère, nous pouvons opérer soit *directement* au moyen d'une liqueur alcaline exactement titrée (liqueur de soude, de potasse, de carbonate de soude anhydre, etc.), soit *indirectement* par précipitation de l'acide sulfurique à l'aide d'une solution de chlorure de baryum, puis pesée du sulfate de baryte ainsi obtenu, après calcination.

Supposons pour fixer les idées que nous voulions déterminer le titre de la liqueur mère à l'aide d'une *solution normale de soude,* exactement titrée, en présence du phénol phtaléine comme indicateur.

Nous prendrons par exemple 10 centimètres cubes de liqueur mère à titrer, à l'aide d'une pipette à 2 traits, et nous les verserons dans une capsule de porcelaine bien propre.

Si la liqueur mère était exactement au titre que nous nous sommes proposés de lui donner, pour saturer 10 centimètres cubes de cette liqueur, il faudrait employer $35^{cc},714$ de liqueur normale de soude.

Comme nous avons opéré de façon à avoir une liqueur trop forte, nous trouvons que pour saturer les 10 centimètres cubes de liqueur mère il faut un volume de liqueur sodique :

$$V > 35^{cc},714.$$

Or, chaque centimètre cube de liqueur normale de soude correspond à 0,049 d'acide sulfurique pur et monohydraté, au poids moléculaire de 49 ; il s'ensuit donc que la quantité d'acide sulfurique réelle par litre est égale à :

$$V \times 0,049 \times 100 = V \times 4,9 > 175 = P.$$

Il est dès lors facile de mettre la liqueur au point.

Si P d'acide sulfurique est contenu dans 1 000^{cc} ou 1 litre.

175 — sera — $\frac{175 \times 1000}{P} = v.$

Pour mettre la liqueur au point il nous faudra ajouter *par litre* de liqueur mère primitive :

$$1000 - v$$

d'eau distillée. Ou encore en posant $1000 - v = \rho$ il faudra ajouter ρ d'eau distillée par litre.

Exemple. — Supposons que nous trouvions 200 grammes d'acide sulfurique par litre au lieu de 175.

Il s'ensuit donc que 175 seront contenus dans 875 centimètres cubes.

Il nous faudra ajouter 125 centimètres cubes d'eau distillée par litre, soit pour les 25 litres = 3^{l},125^{cc} d'eau distillée.

Le titre de la liqueur mère correspond à *0^{gr},1 de* CaO par centimètre cube ou à *100 grammes par litre.*

Voici les divers titres qu'on aurait par dédoublement :

Titres en SO^4H^2.	1 centim. cube en CaO.	Par litre en CaO.
—	—	—
175 grammes.	0^{gr},1	100 grammes.
87^{gr},50	0 05	50 —
43 75	0 025	25 —
21 875	0 0125	12^{gr},50
10 9375	0 00625	6 25
5 46875	0 003125	3 125
2 734375	0 001565	1 5625
1 3671875	0 00078125	0 78125
0 68359375	0 000390625	0 390625

Pour titrer la liqueur mère on peut également se servir d'une solution de carbonate de soude pur et sec, titrée de façon que son titre corresponde à un poids déterminé de chaux (1).

(1) La meilleure façon d'obtenir du carbonate de soude pur et sec, c'est de calciner le bicarbonate de soude (sel de Vichy).

Par exemple, supposons que nous voulions préparer une solution de carbonate de soude pur, de telle sorte que 1 centimètre cube de la liqueur corresponde à $0^{gr},0025$ de chaux ou à $2^{gr},5$ de chaux par litre. Quel poids de carbonate de soude pur et sec devrons-nous peser ? Ce poids sera :

$$\frac{53 \times 2,5}{28} = 4^{gr},732 \text{ par litre (1).}$$

Nous prendrons un volume déterminé de cette solution que nous verserons dans un matras, puis nous titrerons à l'ébullition en présence du tournesol.

Pour la liqueur à 175 grammes, nous devrions avoir $189^{gr},3$ par litre. Mais comme cette solution serait voisine du point de saturation pour une température moyenne, nous ferons une liqueur moitié plus faible, c'est-à-dire à raison de $99^{gr},65$. Dans ce dernier cas, 1 centimètre cube de cette liqueur correspondra à 0,025 de CaO par centimètre cube.

Si on prend 50 centimètres cubes de cette solution de carbonate de soude, elle devra être saturée par $12^{cc},5$ de liqueur mère à 175 grammes, si cette dernière est exactement titrée.

Conservation de la liqueur mère. — Les liqueurs mères seront conservées dans des flacons bien bouchés, à l'abri des vapeurs alcalines ou acides, dans un endroit frais, à une température à peu près constante.

Chaque fois que l'on utilisera ces liqueurs, on devra les *agiter*.

2. Liqueurs Vivien. — Les liqueurs Vivien sont des liqueurs sulfuriques. Elles sont de 3 titres différents :

1° Liqueur sulfurique à 175 grammes pour lait de chaux et jus chaulé ;

2° Liqueur sulfurique à $0^{gr},875$ pour jus de 1re carbonatation ;

---

(1) Le poids moléculaire du carbonate de soude étant 53 et celui de la chaux (CaO) 28.

3° Liqueur sulfurique à $0^{gr},175$ pour jus de 2e carbonatation.

I. *Liqueur Vivien pour lait de chaux et jus chaulés ou liqueur lacto-calcimétrique.*

Voici, d'après M. Vivien, la façon d'opérer pour le lait de chaux et les jus chaulés :

Prendre 1 litre de lait de chaux à essayer, ajouter 4 litres d'eau pure ou d'eau de pluie, agiter pour avoir un mélange intime, au moment de faire l'essai. Ceci fait :

1° Emplir jusqu'au bord la mesure en étain, la vider dans un récipient en faïence, laisser égoutter la mesure et la rincer avec un peu d'eau qu'on ajoute dans le récipient.

2° Emplir l'éprouvette marquée « chaulage des jus », jusqu'au zéro avec la liqueur lacto-calcimétrique.

3° Prendre l'éprouvette d'une main et verser lentement, goutte à goutte dans l'échantillon de lait de chaux. Une coloration rose apparaît.

4° Verser la liqueur jusqu'à ce que la coloration rose disparaisse.

5° Noter la division de l'éprouvette où effleure le liquide.

Le nombre lu indique en kilogrammes la quantité de chaux vive réelle contenue dans 1 hectolitre du lait de chaux essayé.

La liqueur Vivien est une liqueur sulfurique dans laquelle se trouve, mélangée à la liqueur, un peu de teinture de phénol phtaléine dans l'alcool dénaturé.

Avec la liqueur à 175 grammes, si on opère sur 10 centimètres cubes de lait de chaux, chaque centimètre cube de liqueur employée correspond à 1 kilogramme de chaux vive par *hectolitre* de lait de chaux.

Il arrive parfois, la décoloration étant obtenue, qu'après quelques instants, la coloration rosée ou rouge apparaît de nouveau ; on agite, puis on ajoute une nouvelle quantité de liqueur lacto-calcimétrique jusqu'à ce que l'on ait une décoloration persistante.

La quantité de liqueur employée pour ce second essai

indique la teneur en *chaux incuite* par hectolitre dans le lait de chaux.

Pour les jus chaulés, non carbonatés, on opère d'une façon analogue. Dans ce dernier cas, le nombre de divisions lu sur l'éprouvette indique en *litres* la quantité de lait de chaux à 20° B contenue dans un hectolitre de jus chaulé ou ajouté à 1 hectolitre de jus brut initial.

II. *Liqueurs Vivien pour carbonatation ou liqueurs calcimétriques.*

Les essais des jus carbonatés sont faits, ainsi que nous l'avons dit, dans un tube gradué de bas en haut et fermé à sa partie inférieure. Ce tube se fait sur deux types, selon que le volume jusqu'au zéro correspond à 10 centimètres cubes ou à 20 centimètres cubes. Chaque petite division, dans le tube ordinaire, correspond à 2 centimètres cubes et les grandes divisions sont indiquées par des chiffres de 5 en 5, c'est-à-dire en commençant par le zéro :

0, 5, 10, 15, 20, 25.

Un flacon contient la liqueur de carbonatation dont on doit faire usage.

1re *carbonatation.* — Le jus trouble prélevé dans la chaudière de carbonatation par l'ouvrier carbonateur est filtré directement dans le tube Vivien, soit à l'aide de filtres en papier, soit à l'aide d'un petit filtre en toile, fixé à l'extrémité d'un manche en bois.

Le tube est d'abord rincé avec les premières portions du liquide qui filtre qu'on rejette ensuite dans un seau placé sous la main de l'ouvrier. On recueille alors du jus filtré jusqu'au zéro exactement.

Dans le cas où on fait usage du tube ordinaire, ce qui est la généralité, on opère donc sur 10 centimètres cubes.

On verse alors la liqueur Vivien de 1re carbonatation peu à peu, et goutte à goutte à la fin. Dès les premières gouttes la coloration rose apparaît. On verse alors jusqu'à disparition

de la teinte et on lit la division correspondante du tube, où affleuré le liquide (1).

Le nombre ainsi lu indique le nombre de grammes de chaux réelle par litre de jus carbonaté.

Soit, par exemple, 12 la division lue, le jus contient donc 1^{gr},20 *de chaux libre par litre.*

Pour une carbonatation normale on doit se tenir entre 10 et 12 divisions.

2e *carbonatation.* — On opère de la même façon, mais la liqueur employée est plus faible, elle est au cinquième de la liqueur de 1re carbonatation.

Ainsi donc, si nous lisons par exemple 5 divisions, c'est que le jus contient 0^{gr},10 de chaux libre par litre ou plus exactement une alcalinité totale correspondante à 0^{gr},10 de chaux par litre, ou encore une alcalinité de 1 dix millièmes.

Pratiquement on se tiendra entre 0^{gr},10 à 0^{gr},25, sauf dans le cas où les jus sont très purs, au début de la fabrication, on pourra alors se tenir en dessous et aller même jusqu'à presque neutralité au phénol phtaléine, en fin de fabrication au contraire et dans d'autres cas (betteraves échauffées, betteraves gelées, jus fermentés, etc.) on pourra pousser à 0^{gr},30 d'alcalinité et même au delà.

Donc, les alcalinités suivantes correspondent :

Alcalinités. —		Divisions du tube Vivien correspondantes. —
0^{gr},10	correspond à.	5 divisions.
0 15	—	7 — 1/2.
0 20	—	10 —
0 25	—	12 — 1/2.
0 30	—	15 —

Contrôle et titrage de la liqueur calcimétrique Vivien. —

(1) Si la phénol-phtaléine n'est pas incorporée à la liqueur on ajoutera au début de l'essai une goutte de teinture de phénol-phtaléine.

1° *Par l'eau de chaux.* — Nous avons indiqué précédemment comment on procédait pour ce contrôle à l'aide de l'eau de chaux. En mettant de l'eau de chaux dans le tube Vivien jusqu'au zéro, le point de saturation doit correspondre à la division 13-14.

Si on veut titrer d'une façon rigoureuse ces liqueurs, nous conseillons de pratiquer ce titrage à l'aide d'une solution alcaline exactement titrée, car le titre de l'eau de chaux oscille entre $1^{gr},260$ et $1^{gr},45$ par litre. Or, à $1^{gr},30$ par exemple il ne faut plus que 13 divisions du tube Vivien au lieu de 14, pour saturer 10 centimètres cubes d'eau de chaux correspondant à ce titre.

D'après Herzfeld, à 15°, 1 litre d'eau dissoudrait $1^{gr},288$ de chaux.

2° *Autres méthodes.* — Si on veut se servir de liqueur de soude pour titrer la liqueur de 1re carbonatation on pourra opérer de la façon suivante.

Par exemple, partons de la liqueur normale de soude supposée exactement titrée. Nous prélèverons $35^{cc},725$ de cette liqueur et nous l'amènerons exactement à 1 litre à 15°. Cette liqueur correspond à $1^{gr},4285$ de soude caustique pure par litre et à 1 gramme de chaux vive.

Pour neutraliser 25 centimètres cubes de liqueur Vivien de 1re carbonatation, il faudra employer $12^{cc},5$ de cette liqueur. On opérera en présence du phénol phtaléine sensibilisé.

Titre des liqueurs Vivien pour carbonatations. — *La liqueur Vivien pour 1re carbonatation* est une liqueur à $0^{gr},875$ d'acide sulfurique pur par litre.

Son titre est donc : $1^{cc} = 0,005$ CaO.

En partant de la liqueur mère à 175 grammes ; pour préparer 1 litre de liqueur Vivien, il nous suffira de prélever 5 centimètres cubes de liqueur mère et de jauger exactement à 1 litre.

Pratiquement on fera la liqueur par 25 litres ; on prendra donc 125 centimètres cubes de liqueur mère et on complètera

à 25 litres avec de l'eau ordinaire absolument neutre, et si elle ne l'est pas, neutralisée.

On titrera une dernière fois avant d'en faire usage.

La phénolphtaléine se trouve mélangée à la liqueur, à l'état de teinture dans l'alcool dénaturé.

Pour 25 litres de liqueur on mettra 50 centimètres cubes de teinture de phtaléine à raison de 3 grammes de phtaléine dans 100 grammes d'alcool dénaturé.

On pourra également ne pas mélanger la phtaléine avec la liqueur et s'en servir comme à l'ordinaire, c'est-à-dire en ajoutant une goutte de teinture au moment du titrage.

La teinture sera placée dans un petit flacon compte-gouttes dans ce dernier cas.

La liqueur Vivien pour 2e carbonatation est une liqueur à $0^{gr},175$ de SO^4H^2 pur par litre. Elle correspond donc à $0^{gr},1$ de CaO par litre ou à 0,0001 par centimètre cube.

Comme c'est une liqueur obtenue par dilution de la première il sera inutile de la titrer.

Bien, entendu si on employait le tube Vivien du second type, c'est-à-dire dont le zéro correspond à 20 centimètres cubes au lieu de 10 centimètres, il faudrait un volume de liqueur double.

Ainsi, pour une alcalinité de $1^{gr},20$ par litre, au lieu de trouver 12 on trouverait 24 divisions. On *divisera* donc le résultat par 2.

Dans le cas de la 2e carbonatation on aura au contraire *directement* l'alcalinité.

Ainsi pour une alcalinité de $0^{gr},10$ au lieu de trouver 5 divisions nous trouverons 10 divisions, soit $0^{gr},10$.

Nous conseillons donc l'emploi du tube de 10 centimètres cubes pour la 1re carbonatation et de 20 centimètres cubes pour la seconde. (1)

---

(1) Il existe une réaction colorimétrique permettant de reconnaître si toute la chaux est carbonatée. Cette réaction est basée sur l'action d'une

3. Liqueur Le Docte. — La liqueur Le Docte est une liqueur sulfurique telle que 1 centimètre cube de cette liqueur, pour 25 centimètres cubes du jus à titrer correspond à $0^{gr},10$ de CaO par litre.

En d'autres termes, 1 litre de liqueur Le Docte sature $2^{gr},5$ de chaux vive (CaO).

Son titre est donc 1 centimètre cube = 0,0025 CaO.

Elle renferme donc $4^{gr},375$ d'acide sulfurique pur par litre.

Préparation. — On peut obtenir cette liqueur facilement en partant de la liqueur mère à 175 grammes, en prenant 25 centimètres cubes de cette dernière et diluant exactement à 1 litre à 15°.

On peut aussi la préparer en partant de la liqueur sulfurique normale et c'est même là une excellente chose pour avoir une liqueur « *témoin* », ce qui souvent est utile pour la vérification et le contrôle des liqueurs. On prélèvera $89^{cc},3$ de liqueur sulfurique normale et on ramènera à 1 litre à 15°.

C'est une liqueur très commode pour déterminer l'alcalinité des sirops par exemple.

De plus, comme on opère sur un assez grand volume de jus on a des résultats plus exacts.

On peut l'utiliser très commodément dans des flacons-burettes à jaugeage automatique (Pellet, Gallois et Dupont, Sidersky, Defez, etc.).

Supposons que nous voulions utiliser la liqueur Le Docte pour la détermination de l'alcalinité d'un jus de 1re carbonatation ; on prélèvera 25 centimètres cubes de jus filtré, on ajoutera 1 goutte de teinture de phénolphtaléine ou mieux d'acide rosolique et on titrera jusqu'à changement de teinte.

---

solution titrée de protochlorure de fer sur le jus filtré en présence d'une solution étendue de prussiate rouge de potassium.

Par exemple, s'il faut 25 centimètres cubes de liqueur pour saturer 25 centimètres cubes de jus, l'alcalinité de ce dernier sera de $2^{gr},5$ en CaO par litre.

S'il faut	30^{cc}	l'alcalinité sera de	3^{gr}	par litre.
	100^{cc}	—	10	—

Son titrage se fait en suivant les mêmes indications que celles que nous avons données plus haut.

4. Liqueurs diverses. — On pourrait encore imaginer bien d'autres liqueurs.

La liqueur Defez-Debraisne est également une liqueur sulfurique dont on fait usage à l'aide d'une burette automatique, très commode et très robuste. On peut très bien la mettre entre les mains d'ouvriers. Nous en avons suivi l'emploi durant tout une campagne à la sucrerie d'Aulnois-sous-Laon et elle nous a donné toute satisfaction (1).

Liqueurs chlorhydriques.

I. *Liqueur Le Docte.* — La liqueur Le Docte, chlorhydrique, est faite sur le même titre que la liqueur sulfurique.

Elle contient $3^{gr},259$ d'acide chlorhydrique pur par litre et 1 centimètre cube = 0,0025 CaO.

On pourra la titrer soit à l'aide d'une solution alcaline étalon, parfaitement titrée, soit à l'aide du nitrate d'argent, etc.

II. *Liqueur Defez.* — La liqueur chlorhydrique Defez est employée pour le lait de chaux et les jus chaulés.

---

(1) On fera une teinture d'acide rosolique à 5 pour 100 dans l'alcool. Elle sera sensibilisée. Pour les titrages au papier de tournesol par touches employer pour la préparation de ce dernier du papier non collé dit papier Berzelius. Le tenir en flacon bouché.

C'est une liqueur normale chlorhydrique, c'est-à-dire à 36gr,5 d'acide chlorhydrique pur par litre. On l'utilise de la même façon que la liqueur de carbonatation du même chimiste, c'est-à-dire dans un flacon-burette automatique.

1 centimètre cube $= 0,0365\ SO^4H^2 = 0,028\ CaO$.

Remarque. — Pour les liquides colorés (sirops, masses cuites, etc.), il sera bon d'opérer sur un petit volume et de diluer fortement. Si on ne peut saisir le virage on opèrera par touche sur du papier de tournesol sensible. Avec un peu d'habitude on sera vite exercé à opérer de cette façon.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

Généralités. — La betterave. — Sa constitution. — Notions de culture. — Arrachage.

DEUXIÈME PARTIE

Technique et pratique du contremaître et du surveillant.

CHAPITRE PREMIER

Étude générale du matériel avant la mise en route.

CHAPITRE DEUXIÈME

Préparation à la mise en route. — Montage.

CHAPITRE TROISIÈME

Chimie du chef de fabrication, du contremaître et du surveillant.

CHAPITRE QUATRIÈME

Mise en route de l'usine.

CHAPITRE CINQUIÈME

Marche normale. — Direction, surveillance et contrôle de la fabrication.

CHAPITRE SIXIÈME

Avaries et accidents en cours de fabrication. — Arrêts. — Remise en route.

CHAPITRE SEPTIÈME

La fabrication terminée. — Démontage du matériel.

CHAPITRE HUITIÈME

Le contremaitre et le surveillant au point de vue administratif.

CHAPITRE NEUVIÈME

Raffinage du sucre.

CHAPITRE DIXIÈME

Sucre de cannes.

CHAPITRE ONZIÈME

Éclairage des sucreries.

CHAPITRE DOUZIÈME

Accidents corporels.

CHAPITRE TREIZIÈME

Atelier de réparations.

APPENDICE

NOTE I

Renseignements de mathématiques à l'usage des contremaîtres.

NOTE II

Courroies de transmission.

NOTE III

Conduite des moteurs à vapeur.

Législation sucrière.

Résumé des principales communications faites au Congrès de chimie appliquée en 1900, sur les questions relatives à la sucrerie.

NOTES DIVERSES

Législation du travail industriel.

Tables. — Renseignements divers.

Notes sur la construction et la disposition du matériel de sucrerie.

NOTE (de l'Auteur)

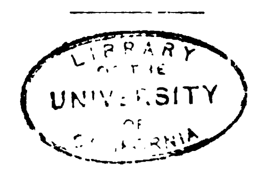


TABLE ALPHABÉTIQUE

Pages.

A

B

C

D

E

F

L

M

O

P

R

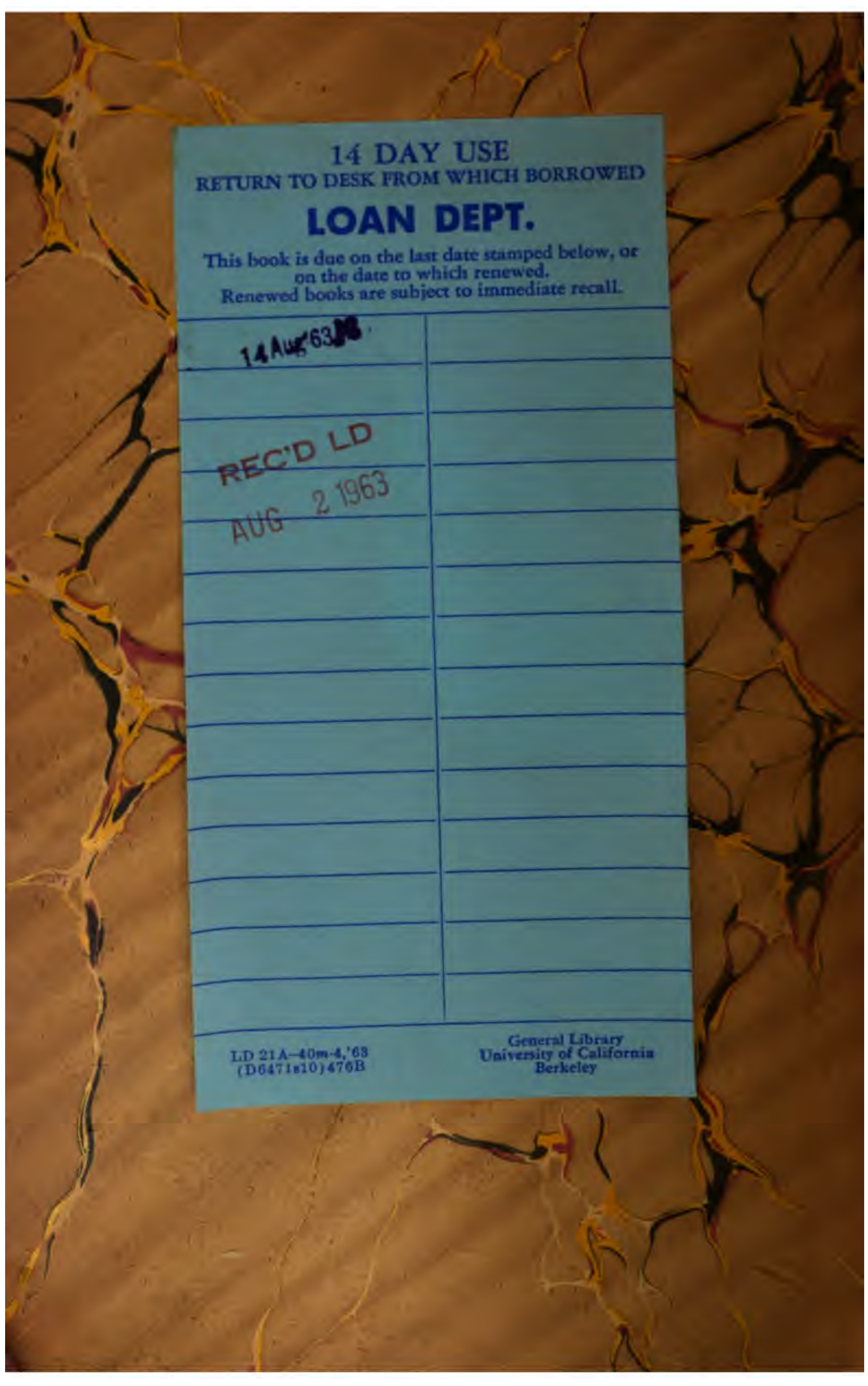
S

T

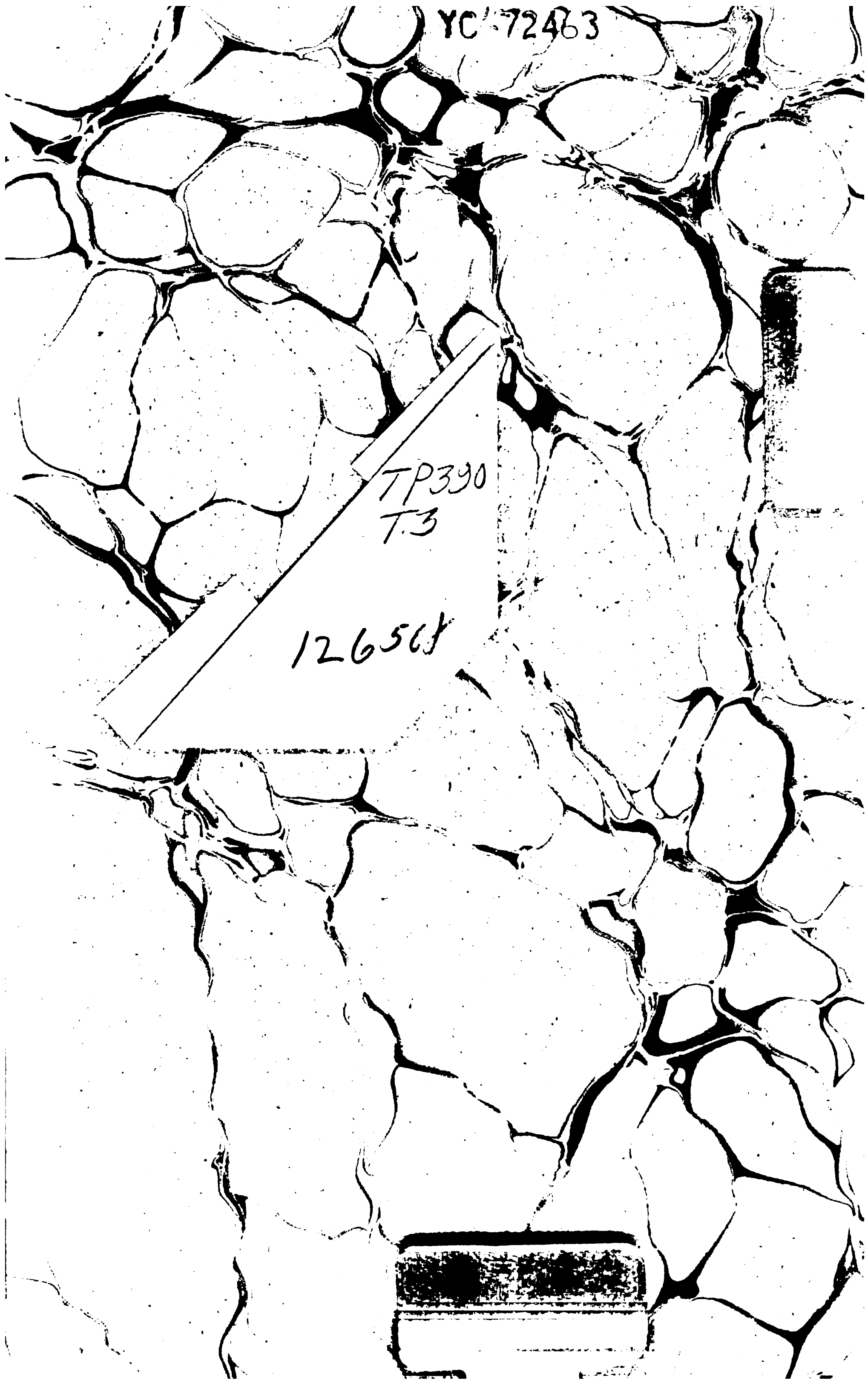
CHARTRES. — IMPRIMERIE DURAND, RUE FULBERT.







14 DAY USE
RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED
LOAN DEPT.
This book is due on the last date stamped below, or on the date to which renewed.
Renewed books are subject to immediate recall.
14 Aug'63
REC'D LD
AUG 2 1963
LD 21A-40m-4,'63 (D6471s10)476B
General Library University of California Berkeley


YC 72463
TP390
T3

